

Ο Προγραμματισμός της Διάδρασης: Από τον επιτραπέζιο στον κινητό και στον διάχυτο υπολογιστή

Πρόλογος

“Software is easy to make, except when you want it to do something new, but the catch is that the only software worth making is software that does something new.”
Scott Rosenberg

Ανάγκη

Ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι μια σχετικά καινούρια γνωστική περιοχή, η οποία δημιουργήθηκε από την μεγάλη αποδοχή που γνώρισαν τα συστήματα διάδρασης ανθρώπων-συσκευών σε ένα ευρύτατο φάσμα εφαρμογών της καθημερινότητας και της εργασίας. Είναι τόσες πολλές οι ψηφιακές ανάγκες των ανθρώπων σε διαφορετικές πτυχές της ζωής τους (π.χ., ευζωία, ψυχαγωγία, μάθηση, εμπόριο, εργασία, κτλ) και ταυτόχρονα δημιουργούνται συνέχεια τόσο νέες συσκευές όσο και νέες συνδέσεις μεταξύ τους, ώστε ο προγραμματισμός της διάδρασης αναδεικνύεται οργανικά σε πρωταγωνιστικό ρόλο στην σχεδίαση κατασκευή νέων ανθρώπινων και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Το βιβλίο αυτό βασίζεται στην άποψη ότι ο προγραμματισμός της διάδρασης, εκτός του ότι είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των επιμέρους τμημάτων, είναι κυρίως ένα νέο τεχνολογικό επίπεδο το οποίο έχει την δυνατότητα να επαναπροσδιορίσει με θετικό τρόπο όλες τις ανθρώπινες και κοινωνικές δραστηριότητες.

Συνήθως, όταν έχουμε μια καινούρια γνωστική περιοχή, οι επιστήμονες θα προσπαθήσουν να την πλησιάσουν μεθοδικά και σύμφωνα με τις τεχνικές που έχουν δουλέψει σε παρόμοιες περιοχές στο παρελθόν. Για παράδειγμα, στο παρελθόν, η εισαγωγή της τεχνολογίας της τηλεόρασης θεωρήθηκε μια συνέχεια της τεχνολογίας του ραδιοφώνου, οπότε αντίστοιχα η παραγωγή του περιεχομένου που θα φιλοξενούσε το νέο μέσο θα ήταν μια γραμμική βελτίωση αυτού που υπήρχε για το ραδιόφωνο. Με αυτό το σκεπτικό δεν ήταν καθόλου περίεργο που η τηλεόραση ορίστηκε ως ραδιόφωνο με εικόνα και με δεδομένο αυτόν τον σχετικά στενό ορισμό ήταν επόμενο το περιεχόμενο των εκπομπών τηλεόρασης τα πρώτα χρόνια να μην είναι κάτι παραπάνω από μια στατική εικόνα με ήχο. Εποι δεν ήταν περίεργο που και ο προγραμματισμός αντιμετωπίζεται ως μια υποπερίπτωση της ευρύτερης περιοχής των μηχανικών (π.χ., μηχανολόγοι), αφού έχει να κάνει με την κατασκευή και λειτουργία μιας μηχανής. Ταυτόχρονα, ήταν λογικό η διάδραση να αντιμετωπίζεται ως μια υποπερίπτωση της ευρύτερης περιοχής της εφαρμοσμένη σχεδίασης (π.χ., γραφίστες, εργονόμοι). Στην ειδική περίπτωση όμως του προγραμματισμού της

διάδρασης και με δεδομένο ότι αναφερόμαστε σε μια σύνθετη περιοχή διαφορετικού επιπέδου από τις επιμέρους δεν έχουμε την ευχέρεια να κάνουμε τις παραπάνω απλουστεύσεις.

Η αξία του προγραμματισμού της διάδρασης

Δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι οι περισσότεροι άνθρωποι δεν ενδιαφέρονται συνειδητά για τον προγραμματισμό της διάδρασης, και κυρίως δεν σκοπεύουν να γίνουν επαγγελματίες του κλάδου. Ταυτόχρονα όμως η διάχυση της αντίστοιχης τεχνολογίας σε όλους τους τομείς της ζωής τους κινδυνεύει να τους μετατρέψει σε απλούς καταναλωτές μια τεχνολογίας που δεν έχει μόνο καλές χρήσεις. Υπάρχουν δύο πολύ αναπαραστατικές αναλογίες για την σπουδαιότητα του προγραμματισμού της διάδρασης.

Η πρώτη αναλογία δίνει έμφαση στην απειλή για όσους αγνοούν την κατανάλωση τροφών που ενώ είναι απαραίτητες για την επιβίωση μας, μπορεί να γίνουν απειλή όταν αυτές οι τροφές δεν έχουν την σωστή διαχείριση από την καλλιέργεια μέχρι την διάθεση τους. Υπάρχουν πάρα πολλοί που θα αναζητήσουν τις αντίστοιχες πιστοποιήσεις και πολλοί που θα πάρουν την τύχη τους στα χέρια τους και θα αναλάβουν τον έλεγχο μεγάλου μέρους της αλυσίδας της διατροφής. Οπως ο έλεγχος των μηχανισμών της διατροφής είναι απαραίτητος για την καλή σωματική υγεία, αντίστοιχα, ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι απαραίτητος για όσους δίνουν προτεραιότητα στον τρόπο που χειρίζονται την πληροφορία, η οποία έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στο πως διασκεδάζουμε, επικοινωνούμε, μαθαίνουμε, δουλεύουμε, και εν τέλει στο πως ζούμε σε μια σύγχρονη κοινωνία της πληροφορίας.

Η δεύτερη αναλογία δίνει έμφαση στην ελπίδα για όσους βλέπουν στον προγραμματισμό της διάδρασης ένα εργαλείο δημιουργίας. Υπάρχουν πολλοί άνθρωποι που θα ακούνε μουσική και θα παίζουν βίντεο-παιχνίδια, αλλά πάντα θα υπάρχουν και εκείνοι που θα ήθελαν να παίξουν μουσική, να αλλάξουν ένα βίντεο-παιχνίδι, ή ακόμη και να δημιουργήσουν μουσική και νέα παιχνίδια. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις, ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι ο θεμελιώδης λίθος για την κατανόηση της δημιουργικής διαδικασίας. Σίγουρα δεν πρόκειται να γίνουν όλοι προγραμματιστές βίντεο-παιχνιδιών, όμως όλοι θα ωφεληθούν από μια καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών λειτουργίας της ολοένα και περισσότερο ψηφιακής μας ζωής, όπως ακριβώς ωφελούνται όλοι οι άνθρωποι από μια μεγαλύτερη απόλαυση της μουσικής ακρόασης, ακόμη και αν δεν γίνουν όλοι μουσικοί.

Στα παραπάνω είδαμε ότι αυτοί που κατανοούν τις διεργασίες επεξεργασίας της πληροφορίας και ακόμη περισσότερο αυτοί που μπορούν να τις επηρεάσουν ή ακόμη καλύτερα να δημιουργήσουν νέες θα είναι οι πρωταγωνιστές στην επόμενη βιομηχανική επανάσταση. Εκτός λοιπόν από την προσωπική έκφραση και βελτίωση, η αξία του προγραμματισμού

της διάδρασης είναι ανεκτίμητη στην κοινωνική κλίμακα καθώς και στην πολιτισμική διάσταση. Ο προγραμματισμός ενός υπολογιστή που δεν έχει διάδραση με ανθρώπους μπορεί να βελτιστοποιήσει (ποσοτικά) την ζωή των ανθρώπων αλλά δεν μπορεί να επιφέρει μεγάλες ποιοτικές αλλαγές.

Ενας νέος αλγόριθμος μπορεί να κάνει γρηγορότερη ή οικονομικότερη κάποια ανθρώπινη διεργασία, δύμας όταν δημιουργούμε ή απλά αλλάζουμε ένα πρόγραμμα υπολογιστή που έχει διάδραση με ανθρώπους τότε η αλλαγή μπορεί να είναι πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη. Το φαινόμενο αυτό γίνεται ακόμη ισχυρότερο όταν. Για πάραδειγμα, η δημιουργία ενός οικούστηματος εφαρμογών που διευκολύνουν την εύρεση μεταφορικού μέσου (π.χ., Uber) αλλάζει με πολύ γρήγορο τρόπο την ανάγκη για αγορά ιδιωτικού αυτοκινήτου καθώς και τον τρόπο που λειτουργεί η αγορά των ταξί. Επομένως οι αλλαγές που μπορούμε να πετύχουμε με την κατανόηση του προγραμματισμού της διάδρασης είναι περισσότερες από την απλή βελτίωση ενός διαδραστικού προγράμματος υπολογιστή.

Κοινό

Αυτό το βιβλίο απευθύνεται σε όσους σχεδιάζουν και κατασκευάζουν συστήματα διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Επομένως, είναι χρήσιμο τόσο σε επαγγελματίες όσο και σε φοιτητές μαθημάτων πληροφορικής, αλλά και σε συγγενείς κλάδους. Με δεδομένη την εξάπλωση των εργαλείων της πληροφορικής σε πολλούς συγγενείς κλάδους αλλά και σε ακόμη περισσότερους κλάδους που αφελούνται ή ακόμη και επηρεάζονται από τις εφαρμογές της, το βιβλίο αυτό απευθύνεται σε όλους όσους συμμετέχουν σε μια ομάδα που καλείται να σχεδιάσει ή να βελτιώσει ένα διαδραστικό σύστημα βασισμένο σε ΗΥ που εμπλέκεται σε μια ανθρώπινη δραστηριότητα, ανεξάρτητα από τον ρόλο τους και ανεξάρτητα από την βασική τους δεξιότητα.

Τόσο οι προγραμματιστές ΗΥ όσο και οι σχεδιαστές προϊόντων θα ανακαλύψουν την σημασία και τον ρόλο της σχέσης ανάμεσα στις δεξιότητες τους και στην διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή, ενώ οι χρήστες διαδραστικών συσκευών θα γίνουν καλύτεροι στην συνειδητή επιλογή αλλά και χειρισμό των συσκευών τους. Τέλος, το βιβλίο αυτό απευθύνεται σε όλους αυτούς που πιστεύουν ότι η χρήση των ΗΥ στην καθημερινή ζωή είναι πολύ σημαντική για να αφήνουμε τον σχεδιασμό τους άκριτα σε κάποιον άλλο οργανισμό. Οπως κάποιοι επιλέγουν να τρώνε όσο περισσότερο τα οπωροκηπευτικά που παράγουν έτσι κάποιοι άλλοι επιλέγουν να καταναλώνουν μόνο την πληροφορία που έχουν επεξεργαστεί με εργαλεία που καταλαβαίνουν και έχουν εν μέρει τουλάχιστον επηρεάσει και αυτοί.

Προαπαιτούμενες γνώσεις, υλικό, και λογισμικό

Το βιβλίο απευθύνεται σε απόφοιτους της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και επομένως η ανάγνωση του και η εκτέλεση των δραστηριοτήτων δεν έχει άλλες απαιτήσεις πέρα από τις βασικές γνώσεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην χρήση των ΗΥ και του προγραμματισμού τους. Το βιβλίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από αναγνώστες που δεν έχουν γνώσεις προγραμματισμού όσο και από αναγνώστες που δεν έχουν γνώσεις διαδραστικής ανθρώπου-υπολογιστή, αφού και στις δύο περιπτώσεις περιέχει τα αντίστοιχα κεφάλαια με τις βασικές γνώσεις για αυτές τις περιοχές, καθώς και εκτενείς βιβλιογραφικές πηγές, πολλές από τις οποίες είναι ελεύθερα διαθέσιμες. Φυσικά, ο αναγνώστης που έχει τις επιμέρους γνώσεις, εν μέρει ή στο σύνολο τους, μπορεί να προχωρήσει γρηγορότερα στην ανάγνωση του βιβλίου, να ξεκινήσει από τα κεφαλαία του δεύτερου μέρους, και να ασχοληθεί περισσότερο με τις δραστηριότητες και την ανάπτυξη πρωτότυπων έργων.

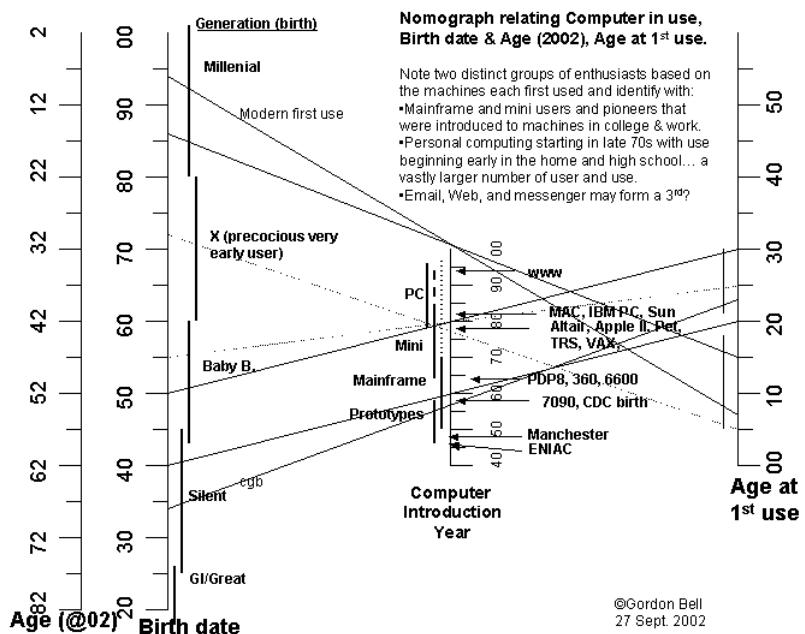


Figure 1: Ο ερευνητής της επιστήμης των υπολογιστών Gordon Bell έφτιαξε το 2002 ένα διάγραμμα που δείχνει το πόσο διαφορετικοί είναι οι υπολογιστές και τα δημογραφικά των χρηστών ανάλογα με την δεκατία

Πέρα από τις γνώσεις, η παραγωγική ενασχόληση με ένα αντικείμενο που έχει στο κέντρο του την λογική της κατασκευής ή τουλάχιστον

της μετατροπής-επέκτασης σε υπάρχουντες κατασκευές έχει επίσης προαπαιτούμενα και σε μέσα παραγωγής. Στην περίπτωση μας τα μέσα παραγωγής είναι το υλικό και λογισμικό υπολογιστή. Η πιο κατάλληλη μορφή υλικού και λογισμικού για αυτό το βιβλίο είναι η περίπτωση του επιτραπέζιου υπολογιστή με λογισμικό επιφάνειας εργασίας, καθώς αυτή η μορφή υπολογιστή είναι η πιο ευέλικτή σε επεκτάσεις και αλλαγές στο λογισμικό σε όλα τα επίπεδα, από το πρόσθετο υλικό, και το λειτουργικό σύστημα, μέχρι τις γλώσσες προγραμματισμού. Από την άλλη πλευρά, δεν μπορούμε να αγνοήσουμε την εξέλιξη, ενώ είναι ιστορικό δεδομένο ότι στο παρελθόν η κάθε γενιά ανθρώπων μεγάλωσε με μια διαφορετική μορφή υπολογιστή. Για αυτό το λόγο τόσο η θεωρία όσο και οι δραστηριότητες του βιβλίου δεν προάγουν κάποια μορφή υπολογιστή, αντίθετα, υποστηρίζουν τον αγνωστικισμό τόσο στο υλικό, όσο και στο λογισμικό. Σκόπιμα λοιπόν, το βιβλίο έχει οργανωθεί και γραφτεί έτσι ώστε να επιτρέπει την πρόσβαση ακόμη και σε αναγνώστες με υπολιστές τύπου tablet.

Εισαγωγή

“Τα πράγματα που πρέπει να κάνεις, τα μαθαίνεις κάνοντάς τα”,
Αριστοτέλης

Οργάνωση

Το βιβλίο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη και οκτώ κεφάλαια τα οποία μπορούν και να λειτουργήσουν αυτόνομα στην περίπτωση που ο αναγνώστης έχει ήδη τις αντίστοιχες γνώσεις από προηγούμενη εκπαίδευση.

Το πρώτο μέρος του βιβλίου (Κατασκευή Συστημάτων Διάδρασης) περιγράφει τα βασικά δομικά στοιχεία και τις τεχνικές του προγραμματισμού της διάδρασης και επομένως απευθύνεται σε όσους έχουν λίγες γνώσεις στις επιμέρους περιοχές, αλλά και στον συνδυασμό τους. Για αυτόν τον σκοπό το πρώτο μέρος του βιβλίου παρέχει τις βασικές γνώσεις τόσο από την πλευρά του προγραμματισμού όσο και από την πλευρά της διάδρασης. Ο αναγνώστης του πρώτου μέρους του βιβλίου θα μάθει πρώτα από όλα για την σημασία της διάδρασης σε ένα μεγάλο πλήθος ανθρώπινων και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Ακόμη, θα διαβάσει για την βασική ανθρωποκεντρική διαδικασία σχεδιασμού συσκευών. Επιπλέον, θα διαβάσει για τα θεμελιώδη υλικά που απαιτούνται για τον ανθρωποκεντρικό προγραμματισμό της διάδρασης. Τέλος, θα διαβάσει για τις τεχνικές και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για κατασκευή μιας διεπαφής με τον χρήστη. Συνοπτικά, το πρώτο μέρος προσφέρει μια σύνθεση από τις βασικές γνώσεις από τις περιοχές του προγραμματισμού συστημάτων και του ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού.

Το δεύτερο μέρος (Αρχιτεκτονική και Μηχανική) περιγράφει τα δομικά συστατικά του προγραμματισμού της διάδρασης με αναφορά στις βασικές ανθρώπινες ιδιότητες και στις βασικές τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στις συσκευές χρήστη. Για αυτόν τον σκοπό, το δεύτερο μέρος του βιβλίου παρέχει τις πρώτες θεμελιώδεις γνώσεις της ειδικής περιοχής του προγραμματισμού της διάδρασης. Ο αναγνώστης του δεύτερου μέρους θα μάθει πως να προγραμματίζει για όλες τις βασικές ανθρώπινες δυνατότητες, όπως είναι η αφή, τα δάκτυλα, τα χέρια, και η κίνηση. Ακόμη, θα διαβάσει το πως μπορεί να προγραμματίσει την ανάδραση από την πλευρά του ΗΥ. Επιπλέον, θα διαβάσει για τα βασικά υλικά που απαιτούνται όταν έχουμε περισσότερους από έναν ανθρώπους και συσκευές. Τέλος, θα διαβάσει για την ποικιλία και την ρευστότητα της κατανόησης που έχουμε για την φύση της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Συνοπτικά, το δεύτερο μέρος προσφέρει τις θεμελιώδεις γνώσεις για μπορέσει κάποιος κάποιος να προγραμματίσει στην πράξη μια διάδραση.

Ολα τα κεφάλαια του βιβλίου περιγράφουν τις σύνθετες δομές του

προγραμματισμού της διάδρασης με αναφορά στις ανθρώπινες και κοινωνικές δραστηριότητες. Αρχικά, ο αναγνώστης μαθαίνει για τις βασικές ατομικές μορφές προγραμματισμού της διάδρασης. Στην συνέχεια, θα διαβάσει για την περίπτωση που έχουμε συλλογικές μορφές διάδρασης. Ακόμη, θα μάθει για τον προγραμματισμό της διάδρασης για την δημοφιλή περίπτωση του κινητού και φορετού υπολογισμού. Τέλος, θα διαβάσει για τις φαινομενικά αόρατες αλλά πολύ σημαντικές περιπτώσεις του προγραμματισμού της διάδρασης για την περίπτωση του περιβάλλοντος και οικοσυστήματος συσκευών. Συνοπτικά, δόλα τα κεφάλαια προσφέρουν σταδιακά τις σύνθετες γνώσεις στον προγραμματισμό της διάδρασης, ώστε να μπορέσει κάποιος να ενορχηστρώσει περισσότερο πολύπλοκα συστήματα.

Ολα τα κεφάλαια του βιβλίου περιέχουν ερευνητικές και εμπορικές μελέτες περίπτωσης που αναφέρονται σε πρακτικές εφαρμογές του προγραμματισμού της διάδρασης σε τομείς με διαχρονικό ενδιαφέρον. Με αυτόν τον τρόπο το βιβλίο παρέχει πρακτικές γνώσεις από έναν μεγάλο σε πλήθος και ποικιλία αριθμό εφαρμογών του προγραμματισμού της διάδρασης στην καθημερινότητα και την εργασία. Ο αναγνώστης θα μάθει για την πρώτη εφαρμογή του προγραμματισμού της διάδρασης στην εργασία και στην παραγωγικότητα. Ακόμη, θα διαβάσει για το πως ο προγραμματισμός της διάδρασης μπορεί να εφαρμοστεί σε πρακτικές και χρήσιμες εφαρμογές στις περιοχές της μάθησης και της επιστημονικής έρευνας. Επιπλέον, θα διαβάσει για τις πολύ σημαντικές εφαρμογές του προγραμματισμού της διάδρασης στην υγεία και το περιβάλλον. Τέλος, θα μάθει για τις πολύ δημοφιλείς εφαρμογές του προγραμματισμού της διάδρασης στην ψυχαγωγία, στον πολιτισμό, και στις τέχνες. Συνοπτικά, οι μελέτες περίπτωσεις προσφέρουν προχωρημένες γνώσεις για να μπορέσει κάποιος να λύσει πρακτικά προβλήματα που αντιμετωπίζει στην εργασία του, ανεξάρτητα από τον τομέα (π.χ., εκπαίδευση, ψυχαγωγία, εργασία) και το είδος (π.χ., έρευνα, βιομηχανία).

Πολυτροπικό και πολυμεσικό περιεχόμενο

Ενα βιβλίο που περιγράφει τον προγραμματισμό της διάδρασης δεν θα μπορούσε σε καμία περίπτωση να βασιστεί μόνο στις λέξεις και τις προτάσεις. Εκτός από το κείμενο, η ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου συνοδεύεται από ένα μεγάλο αριθμό από εικόνες και κυρίως βίντεο, τα οποία προσφέρουν την καλύτερη δυνατή περιγραφή για ένα φαινόμενο δυναμικό. Ακόμη, η ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου περιέχει παραδείγματα έτοιμου κώδικα για την διάδραση, τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις μπορούν να εκτελεστούν στον φυλλομετρητή. Στις περιπτώσεις που απαιτείται ειδικό υλικό για την εκτέλεση του κώδικα, τότε υπάρχουν οι αντίστοιχες προδιαγραφές. Σκόπιμα, ο κώδικας είναι διαθέσιμος μόνο στην ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου, γιατί,

αν το παρελθόν είναι καλός οδηγός, τότε είναι σχεδόν σίγουρο ότι ο αρχικός κώδικας της πρώτης έκδοσης σε λίγα χρόνια δεν θα μπορεί να εκτελεστεί στις μελλοντικές πλατφόρμες. Αν και για πρακτικούς λόγους έχουμε επιλέξει κάποιες γλώσσες προγραμματισμού, κάποιες βιβλιοθήκες, και αντίστοιχα υλικό στο οποίο εκτελούνται, η εστίαση της περιγραφής είναι περισσότερο στα κριτήρια επιλογής τεχνολογιών, παρά στις λεπτομέρειες της κάθε τεχνολογίας, που είναι βέβαιο ότι θα αλλάξουν ή θα εξαφανιστούν.

Διδακτική προσέγγιση

Η παραδοσιακή διδακτική προσέγγιση κυρίως σε θέματα προγραμματισμού και λιγότερο σε θέματα διάδρασης βασίζεται στην αντίστοιχη πρακτική των σπουδών σε μαθηματικά και στην μηχανική. Στην πράξη δηλαδή οι σπουδαστές της νέας περιοχής του προγραμματισμού της διάδρασης καλούνται να δώσουν λύσεις σε πολύ καλά ορισμένα προβλήματα, τα οποία υποτίθεται ότι έχουν πολύ καλά ορισμένες λύσεις. Αν και οι άνθρωποι έχουν μια πολύ χρήσιμη φυσική τάση να αντιμετωπίζουν κάθε τι καινούριο με βάση τις γνώσεις που έχουν για κάτι παλιότερο που του μοιάζει, η χρησιμότητα αυτής της τάσης λειτουργεί αρνητικά όταν το καινούριο τελικά δεν ήταν τόσο ίδιο με αυτό που υποτίθεται ότι του έμοιαζε.

Πράγματι, ο προγραμματισμός της διάδρασης δεν είναι καθόλου δόμοιος με τις φαινομενικά συγγενείς περιοχές, κυρίως γιατί τα προβλήματα ούτε καλά ορισμένα είναι, ούτε αντικειμενικές λύσεις έχουν. Για παράδειγμα, κοιτάζοντας αναδρομικά ορισμένες εμπορικές καινοτομίες στην περιοχή του προγραμματισμού της διάδρασης θα δυσκολευτούμε να βρούμε τα βιβλία, ή έστω τις ενδιάμεσες των βιβλίων που περιγράφουν τον προγραμματισμό της διάδρασης για μια μηχανή αναζήτησης που βασίζεται κυρίως στους συνδέσμους ανάμεσα στις σελίδες παρά στο περιεχόμενο τους (π.χ., Google), ένα κοινωνικό δίκτυο ανθρώπων (π.χ., Facebook). Με δεδομένη λοιπόν την διαφορετικότητα των βασικών ιδιοτήτων του προγραμματισμού της διάδρασης (π.χ., ανοιχτός ορισμός του προβλήματος και της λύσης), έχουμε επιλέξει και μια διδακτική προσέγγιση που θεωρούμε περισσότερο συμβατή για την παρουσίαση του.

Το γεγονός ότι ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι ένα ανοικτό πρόβλημα από την φύση του δεν σημαίνει ότι θα αφήσουμε τον διδασκόμενο σε αχαρτογράφητα νερά κατά την ανάγνωση του βιβλίου. Αντίθετα, το βιβλίο συνοδεύεται από ένα σύνολο δραστηριότητων που στηρίζουν την προσπάθεια κατανόησης του περιεχομένου. Για να το πετύχουμε αυτό, οι δραστηριότητες προσφέρουν κατευθύνσεις προς πηγές και προτρέπουν την επαναχρησιμοποίηση έτοιμων παραδειγμάτων εφαρμογών ανοικτού κώδικα, οπότε η ανάπτυξη σχετικά πολύπλοκων εφαρμογών μετατρέπεται

περισσότερο σε κατανοήση της λειτουργίας ενός έτοιμου παραδείγματος μέσα από τον πειραματισμό, σε ένα κύκλο γόνιμης δοκιμής και σφάλματος.

Εκτός από τις δραστηριότητες, κάθε κεφάλαιο του βιβλίου συνοδεύεται και από μελέτες περίπτωσης που είναι χωρισμένες στις κατηγορίες της εμπορικής και της ερευνητικής. Οι ερευνητικές μελέτες περίπτωσης αναφέρονται σε κλασικά επιστημονικά άρθρα, τα οποία είτε έθεσαν σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα, είτε προσφέρουν μια διαχρονική ερευνητική μέθοδο, που μπορεί να εφαρμοστεί σε νέα ερωτήματα που προκύπτουν συνέχεια. Οι εμπορικές μελέτες περίπτωσης αφορούν και αυτές κλασικά προϊόντα, τα οποία δημιουργήσαν μια νέα κατηγορία και άλλαξαν τόσο την αγορά, που η αγορά έχει το όνομα τους. Τόσο οι ερευνητικές όσο και οι εμπορικές μελέτες περίπτωσης είναι στενά δεμένες με τα θεωρητικά θέματα της περιοχής του αντίστοιχου κεφαλαίου, έτσι ώστε ο αναγνώστης να μπορεί άμεσα να δει την πιθανή χρησιμότητα που θα έχει αν κατανοήσει την ύλη.

Δραστηριότητες και Εργαλεία Υλικού και Λογισμικού

Επίπλεον, καθώς ο αναγνώστης διατρέχει τις ενότητες του κάθε κεφαλαίου οι δραστηριότητες του παρέχουν μια γνωστική σκαλωσιά, ώστε να μπορέσει να κατανοήσει την νέα ύλη. Για αυτόν τον σκοπό, οι δραστηριότητες κάθε κεφαλαίου δεν είναι στεγανά, αλλά έχουν σημαντικές επικαλύψεις (σχεδόν επαναλήψεις αναφορικά με την μεθοδολογία τους) και εξελίζονται γραμμικά μέσα από τις αντίστοιχες ενότητες, έτοι ώστε τελικά ο αναγνώστης να μπορεί να φτάσει στο τέλος του κεφαλαίου έχοντας φτιάξει βήμα-βήμα ένα πολύπλοκο έργο προγραμματισμού της διάδρασης, πράγμα που τελικά θα δώσει την αυτοπεποίθηση ότι τώρα έχει την κατανόηση να δοκιμάσει αυτές τις δεξιότητες σε ένα πρόβλημα του πεδίου που ακόμη δεν έχουμε σκεφτεί ή που ακόμη δεν υπάρχει.

Οι περισσότερο αποτελεσματικές προσεγγίσεις του προγραμματισμού της διάδρασης βασίζονται στις εφαρμοσμένες και στις δημιουργικές τέχνες. Για παράδειγμα, ομάδες προγραμματιστών συναντιούνται τακτικά για να φτιάξουν μουσική και βιντεοπαιχνίδια. Αυτού του είδους οι ομάδες πολύ σπάνια αυτοχαρακτηρίζονται ως προγραμματιστές της διάδρασης, αφού ούτε κάποια μέθοδο ακολουθούν ούτε με τα εργαλεία ασχολούνται (“αρκεί να κάνουν την δουλειά”), στη πράξη όμως οι περισσότερες από τις λειτουργίες που κάνουν καθώς και οι ρόλοι τους εμπίπτουν σε αυτήν ακριβώς την περιοχή.

Αντίστοιχα με τα κίνητρα των παραπάνω ομάδων λοιπόν, η διδακτική αυτού του βιβλίου βασίζεται σε ανοιχτά προβλήματα από τις εφαρμοσμένες τέχνες όπως είναι τα βιντεοπαιχνίδια και αντίστοιχα με τον αγνωστικισμό απέναντι στα εργαλεία των παραπάνω ομάδων, το βιβλίο αυτό ξεκινάει στα πρώτα δύο κεφάλαια με πολυμεσικά εργαλεία οπτικού προγραμματισμού

(π.χ., Scratch, Kodu, TouchDevelop, App Inventor) τα οποία είναι κατάλληλα για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δηλαδή για κάποιον που δεν έχει καθόλου από προγραμματισμό.

Στην συνέχεια το βιβλίο προχωράει σταδιακά (π.χ., Processing) σε περισσότερο προχωρημένα εργαλεία λογισμικού (π.χ., OpenFrameworks) και υλικού (π.χ., Arduino, RaspberryPi) τα οποία θα επιτρέψουν προς τα τελευταία κεφάλαια στον αναγνώστη όχι μόνο να μάθει για νέες συσκευές και οικοσυστήματα διάδρασης, αλλά και να ορματιστεί καθώς και να κατασκευάσει μόνος του δημιουργικές λύσεις σε νέα προβλήματα που δεν μας είναι ακόμη γνωστά ή αρκετά σημαντικά. Άλλωστε, η εμβύθιση του αναγνώστη σε μια φιλοσοφία περισσότερο δημιουργική και παραγωγική, παρά καταναλωτική είναι από τους βασικούς διδακτικούς στόχους αυτού του βιβλίου.

Εφαρμογή στην εκπαίδευση

Η οργάνωση του βιβλίου επιτρέπει την εφαρμογή του σε πολλές διαφορετικές περιπτώσεις εκπαιδευτικής πρακτικής. Αρχικά, το σύνολο του βιβλίου μπορεί να αποτελέσει την βάση για την διδασκαλία ενός μαθήματος στον προγραμματισμό της διάδρασης. Ακόμη, μια επιλογή από τα κεφάλαια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μελέτες περίπτωσης σε ένα μάθημα προγραμματισμού ΗΥ. Επιπλέον, μια επιλογή από κεφάλαια και δραστηριότητες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαστηριακές ασκήσεις σε ένα μάθημα διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Σε κάθε μια από τις παραπάνω περιπτώσεις ο αναγνώστης μπορεί να διαλέξει μόνο μερικά από τα κεφάλαια ή από τα βασικά μέρη του βιβλίου, τα οποία έχουν οργανωθεί έτσι ώστε να λειτουργούν αυτόνομα, χωρίς την προϋπόθεση των γνώσεων από τα προηγούμενα κεφάλαια. Επίσης, τα κεφάλαια και οι δραστηριότητες έχουν οργανωθεί έτσι ώστε εκτός από αυτοτελείς να μπορούν να πραγματοποιηθούν σε χρονικό πλαίσιο μιας εβδομάδας ή δέκα συνολικά (μελέτη, εργασίες) ωρών. Με αυτόν τον τρόπο, το βιβλίο βοηθάει εκτός από την παιδαγωγική και την διοικητική πλευρά της εκπαίδευσης, η οποία απαιτεί μια οργανωμένη διαδικασία και εκτίμηση του χρόνου, έτσι ώστε να μπορούν να αποδοθούν οι αντίστοιχες διδακτικές μονάδες, οι οποίες διευκολύνουν την κινητικότητα των εκπαιδευομένων. Τέλος, αν και το βιβλίο έχει γραφτεί κυρίως για την τριτοβάθμια εκπαίδευση και γενικότερα την μεταλυκειακή εκπαίδευση, σίγουρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην δευτεροβάθμια ειδικά όταν έχει υπάρξει προηγούμενη επαφή με περιβάλλοντά προγραμματισμού.

Συμπληρωματικά βιβλία

Οπως όλα τα βιβλία, έτσι και αυτό, προσπαθεί να καλύψει ένα κενό στην βιβλιογραφία, το οποίο δεν καλύπτει κάποιο από τα υπάρχοντα βιβλία. Το

βασικό κενό της βιβλιογραφίας είναι ότι τα θέματα του προγραμματισμού και τα θέματα τις διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή καλύπτονται σε ξεχωριστά βιβλία. Ο προγραμματισμός της διάδρασης όμως περιλαμβάνει μια μεγάλη σειρά από χρήσιμες γνώσεις οι οποίες είναι πάρα πολλές σε έκταση και βάθος για να αναφερθούν στα επιμέρους γενικά βιβλία. Από την μια πλευρά ένα από τα πολλά γενικά βιβλία προγραμματισμού θα πρέπει να περιγράψει τις πολύ βασικές δομές και διαδικασίες του προγραμματισμού ενός ΗΥ, οπότε δεν θα μείνει χώρος για καλυφθεί ο προγραμματισμός για ένα μεγάλο πλήθος συσκευών χρήστη, οι οποίες έχουν πολλές ιδιαιτερότητες (π.χ., έξυπνο κινητό τηλέφωνο). Από την άλλη πλευρά ένα από τα πολλά βιβλία διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή θα πρέπει να περιγράψει την βασική οργάνωση και τεχνικές για τον σχεδιασμό της διεπαφής και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν θα έχει τον χώρο να περιγράψει κάτι περισσότερο από μια περίπτωση χρήστης που συνήθως εξαντλείται σε αυτήν του επιτραπέζιου ΗΥ ή στις εφαρμογές του δικτύου. Και στις δύο περιπτώσεις βλέπουμε ότι τα υπάρχοντα βιβλία δεν έχουν χώρο να καλύψουν την πολύ ενδιαφέρουσα περίπτωση του προγραμματισμού της διάδρασης για ένα συνεχώς αυξανόμενο σε πλήθος και ποικιλία συσκευών χρήστη. Το βιβλίο αυτό προσπαθεί λοιπόν να περιγράψει την οργάνωση και τις τεχνικές που χρησιμεύουν στον προγραμματισμό συσκευών χρήστη, από τον παραδοσιακό επιτραπέζιο ΗΥ, μέχρι το κινητό και διάχυτο ΗΥ, καθώς και τις περιπτώσεις του φορετού και περιβαλλοντικού ΗΥ.

Ανάλογα με τις γνωστικές ανάγκες και προτιμήσεις του αναγνώστη ίσως να απαιτούνται περισσότερα από ένα βιβλία για να καλυφθεί μια ανάγκη. Για αυτόν το λόγο παραθέτουμε ενδεικτικά μερικά βιβλία που θα μπορούσαν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά. Τα βιβλία που προτείνονται συμπληρωματικά είναι οργανωμένα σύμφωνα με το προηγούμενο σκεπτικό, σε βιβλία που βοηθούν στον προγραμματισμό και σε βιβλία που βοηθούν στον σχεδιασμό της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή αντίστοιχα. Με αυτόν τον τρόπο, τόσο ο εκπαιδευόμενος όσο και ο εκπαιδευτής μπορεί να συνδυάσει αυτό το βιβλίο με ένα άλλο ανάλογα με τις ανάγκες του. Για παράδειγμα, σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα προγραμματισμού αυτό το βιβλίο μπορεί να φανεί χρήσιμο ως μελέτες περίπτωσης. Επιπλέον, σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή, αυτό το βιβλίο μπορεί να φανεί χρήσιμο ως εργαστηριακό βοήθημα. Τα επιμέρους βιβλία για την σχεδίαση της διάδρασης και τον προγραμματισμό είναι πολλά και αυξάνονται συνέχεια σε ανταπόκριση της χρησιμότητας των αντίστοιχων γνωστικών περιοχών. Για λόγους ευκολίας παραθέτουμε μόνο μερικά ενδεικτικά και με βασικό κριτήριο την συμπληρωματικότητα τους με το παρών βιβλίο και όχι με κάποιο άλλο αντικειμενικό κριτήριο ποιότητας.

Οι αναγνώστες που θέλουν να μάθουν περισσότερα για επιμέρους ειδικά θέματα σχετικά με τον προγραμματισμό ή την διάδραση τότε θα μπορούσαν να το αναζητήσουν σε κάποιο από τα παρακάτω Ελληνικά

βιβλία:

Ανάγνωση κώδικα: Η προοπτική του ανοικτού λογισμικού, Διομήδης Σπινέλλης, Κλειδάριθμος, 2005 Άλληλεπίδραση ανθρώπου - υπολογιστή: Αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα, Παναγιώτης Κουτσαμπάσης, Κλειδάριθμος, 2011

Στην Αγγλική βιβλιογραφία υπάρχουν ακόμη περισσότερες συμπληρωματικές επιλογές ανάμεσα στις οποίες διαλέγουμε τα παρακάτω:

Noble, J. (2012). Programming Interactivity. O'Reilly. Sharp, H. (2003). Interaction design. Wiley.

Ακόμη, υπάρχει ένα ελληνικό και μερικά ξενόγλωσσα βιβλία που ασχολούνται με τα θέματα του προγραμματισμού της διάδρασης. Τα παρακάτω βιβλία έχουν παρόμοια κίνητρα με αυτό το βιβλίο (και έμμεσα επιβεβαιώνουν την ανάγκη για συγγράμματα σε αυτήν την σύνθετη περιοχή), αλλά ο χρόνος της παραγωγής τους δεν επέτρεψε στους συγγραφείς να αντιμετωπίσουν ισότιμα της περιπτώσεις πέρα από τον επιτραπέζιο ΗΥ που φαίνεται να μονοπωλεί το ενδιαφέρον τους.

Olsen, D. R. (2009) Building Interactive Systems: Principles for Human-Computer Interaction. Cengage Learning. Thimbleby, H. (2007). Press On:Principles of Interaction Programming. MIT Press Ακουμιανάκης, Δ. (2006). Διεπαφή χρήστη - υπολογιστή: Μια σύγχρονη προσέγγιση, Κλειδάριθμος

Σε ένα υψηλότερο επίπεδο, δυο βιβλία σχετικά με την ευρύτερη βιομηχανική επιχειρηματική τοποθέτηση αυτού του βιβλίου είναι αυτά του Von Hippel και του Christensen. Το πρώτο βιβλίο περιγράφει πως οι νέες τεχνολογίες αν και στην αρχή δεν έχουν την ποιότητα και την αποδοχή από την υπάρχουσα αγορά, σε πολλές περιπτώσεις ικανοποιούν μια μικρή μερίδα πελατών και με την συνεχή βελτίωση όχι μόνο γίνονται καλύτερες από τις προηγούμενα ποιοτικές, αλλά και καλλιεργούν την άνθηση μιας πολύ μεγαλύτερης σε μέγεθος αγοράς από την υπάρχουσα, με αποτέλεσμα η παραδοσιακοί ηγέτες να οδηγούνται πολλές φορές ακόμη και στην πτώχευση. Το ενδιαφέρον σημείο σε αυτό το βιβλίο δεν είναι τόσο η αναμφίβολη ακρίβεια με την οποία περιγράφει την σχεδόν υπερμινιστική αποτυχία των παραδοσιακών ηγετών, αλλά η έμφαση που έχει στην τιμωρία τους επειδή δεν έδωσαν σημασία στον Δαυίδ. Το αποτέλεσμα στις περισσότερες περιπτώσεις είναι ότι τελικά πολλοί άνθρωποι χάνουν την εργασία τους αφού ένα από τα στοιχεία της καινοτομίας είναι το χαμηλό κόστος. Με άλλα λόγια ο Christensen λέει: "πρόσεξε τις μικρές φθηνές τεχνολογίες, αλλιώς θα τιμωρηθείς." Φυσικά, τόσο σε αυτό, όσο και στα υπόλοιπα κλαδικά βιβλία του προσφέρει συμβουλές για ευκαιρίες και για στρατηγικές και τακτικές αλλαγής, δύμας αυτές οι αλλαγές φαίνεται να έχουν κίνητρο περισσότερο τον φόβο για τον κίνδυνο, παρά την ελπίδα για κάτι καλύτερο, το οποίο φυσικά είναι το πιο δύσκολο να βρεθεί και να οριστεί. Επομένως, αν και είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε τις απειλές της τεχνολογίας, είναι περισσότερο χρήσιμο να γνωρίζουμε τρόπους

που η τεχνολογία μπορεί να αναπτυχθεί σε συνεργασία και όφελος της κοινωνικής δραστηριότητας συνολικά και όχι μόνο ως ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Από την άλλη πλευρά το βιβλίο του Von Hippel έχει ένα σαφώς πιο αισιόδοξο και παραγωγικό μήνυμα. Αντί να περιγράφει πως θα αποτύχει μια παλιά και αναγνωρισμένη εταιρεία όπως π.χ., η Kodak, περιγράφει πώς τόσο οι οργανισμοί δύο και οι άνθρωποι, περισσότερο ή λιγότερο εσκεμμένα, συμμετέχουν σε μια συνεχή παραγωγή νέων ιδεών και προϊόντων. Η συνειδητοποίηση του εκδημοκρατισμού των παραγωγικών μέσων και στόχων σε συνδυασμό με την διάχυτη πρόσβαση στα ψηφιακά εργαλεία και μέσα σχεδιασμού νέων προϊόντων και υπηρεσιών προβάλει ως μια ελπίδα για την μετάβαση στην επόμενη φάση της βιομηχανικής επανάστασης, όπου η βασική ανθρώπινη δραστηριότητα θα μετράται σε δρους δημιουργικής παραγωγής παρά με δρους ποσοτικής παραγωγής ή απλά κατανάλωσης. Είτε αναζητούμε τις ιδέες για τα νέα προϊόντα, είτε έχουμε τις προδιαγραφές και προσπαθούμε να τα δημιουργήσουμε, οι διαδικασίες που σχετίζονται με τον προγραμματισμό της διάδρασης είναι και στις δύο περιπτώσεις σημαντικές.

Christensen, C.M. (1997). *The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business Press
Von Hippel, E. (1995). *Democratizing Innovation*. Oxford University Press

Σχετικά βιβλία

Αξίζει να αναλύσουμε λίγο περισσότερο τα βιβλία του Noble, του Olsen, και του Thimbleby, τα οποία σε μια πρώτη ανάγνωση φαίνεται να έχουν ακριβώς το ίδιο αντικείμενο με αυτό το βιβλίο, αλλά σε μια προσεκτικότερη μελέτη έχουν περισσότερες διαφορές παρά ομοιότητες.

Πρώτα, το βιβλίο του Olsen περιγράφει κυρίως τις γραφικές διεπαφές του επιτραπέζιου ΗΥ, πολλές από τις οποίες έχουν και εφαρμογή σε φορητές συσκευές ή σε μεγάλες οθόνες δωματίου. Παρόλα αυτά το βιβλίο του Olsen απευθύνεται περισσότερο στον προγραμματιστή που θα υλοποιήσει μια διεπαφή σε εμπορικό περιβάλλον καθώς δίνει μεγάλη έμφαση στις λεπτομέρειες και τεχνικές των αντίστοιχων αλγορίθμων. Άρα, το βιβλίο του Olsen είναι ιδανικό για κάποιον προχωρημένο προγραμματιστή που έχει ειδικό ενδιαφέρον για τις γραφικές διεπαφές σε εμπορικό περιβάλλον, και μάλλον είναι το ιδανικό βιβλίο που θα διαβάσει κάποιος αφού τελειώσει το παρόν βιβλίο.

Το βιβλίο του Thimbleby είναι περισσότερο προσβάσιμο και δεν έχει υψηλές απαιτήσεις αναφορικά με προηγούμενες γνώσεις, ταυτόχρονα όμως ο τρόπος που έχει γραφτεί το καθιστά πολύ ακαδημαϊκό. Για παράδειγμα, ο συγγραφέας του ορίζει ένα νέο συμβολικό πεδίο αναπαράστασης του προγραμματισμού της διάδρασης το οποίο είναι μεν πολύ δυνατό, στην

πράξη όμως απαιτεί εξοικείωση που θα κοστίσει πολύτιμο χρόνο στους περισσότερους αναγνώστες που δεν έχουν μπροστά τους ένα ανέμελο εξάμηνο σπουδών. Αρα, είναι ένα ιδανικό βιβλίο για κάποιον που θέλει να προχωρήσει σε περισσότερο ερευνητικές παρά πρακτικές κατευθύνσεις, καθώς και για κάποιον που θέλει και έχει χρόνο να εξερευνήσει σε βάθος την θεωρία της διάδρασης.

Τέλος, το βιβλίο του Noble είναι περισσότερο όμοιο με αυτό το βιβλίο από όλα τα άλλα καθώς είναι πολύ προσβάσιμο και δίνει έμφαση τόσο στην οπτικοποίηση σε οθόνες, αλλά και σε άλλες διάχυτες συσκευές χρήστη. Ταυτόχρονα όμως το βιβλίο του Noble απευθύνεται σε σχεδιαστές και καλλιτέχνες που δεν έχουν καμία γνώση σε προγραμματισμό, επομένως ένα μεγάλο μέρος του βιβλίου απλά επαναλαμβάνει γνώσεις που είτε είναι γνωστές στους περισσότερους αναγνώστες της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, είτε είναι ελεύθερα διαθέσιμες στις ιστοσελίδες των εργαλείων που χρησιμοποιεί.

Επομένως, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα βιβλία του Noble, του Olsen, και του Thimbleby είναι μεν παρόμοια με αυτό το βιβλίο, αλλά ταυτόχρονα και πολύ διαφορετικά γιατί απευθύνονται είτε σε διαφορετικά επίπεδα αναγνώστη (π.χ., το βιβλίο του Olsen σε προχωρημένους προγραμματιστές, πιθανόν ακόμη και σε επαγγελματίες), είτε σε διαφορετικά κίνητρα (π.χ., το βιβλίο του Noble σε καλλιτέχνες και σχεδιαστές, ενώ αυτό του Thimbleby σε ακαδημαϊκό κοινό). Η παραπάνω ανάλυση δείχνει ότι υπάρχει ένα κενό, ακόμη και στην διεθνή βιβλιογραφία, στο θέμα του προγραμματισμού της διάδρασης με ένα εισαγωγικό βιβλίο που δεν έχει μεγάλες προϋποθέσεις σε προηγούμενες γνώσεις, αλλά και δεν έχει στενές προσδοκίες για τον χρόνο που θα αφιερώσει και τον σκοπό που έχει ο αναγνώστης.

Τέλος, πέρα από τα παραπάνω βιβλία που συμπληρώνουν αυτό το βιβλίο, ανάλογα με τις ανάγκες του αναγνώστη και του εκπαιδευτικού, υπάρχει και μια μικρή αλλά περιεκτική λίστα από πολλά σχετικά βιβλία στο τέλος που έχουν επηρεάσει την συγγραφή αυτού του βιβλίου. Ακόμη, κάθε κεφάλαιο προσφέρει μια μικρή συνεκτική λίστα από βιβλία με σχετικό περιεχόμενο για το αντίστοιχο κεφάλαιο. Επιπλέον, η ηλεκτρονική έκδοση του βιβλίου περιέχει τόσο ενημερωμένη βιβλιογραφία, όσο και συνδέσμους προς ηλεκτρονικές πηγές.

Ορισμός

“Programming is a way of thinking, not a rote skill. Learning about “for” loops is not learning to program, any more than learning about pencils is learning to draw.”, Bret Victor

Η σημασία της διάδρασης του ανθρώπου με μηχανές φαίνεται από την καθιέρωση των υπολογιστικών διεπαφών στις περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες, από την εργασία, μέχρι την εκπαίδευση και την διασκέδαση. Ο προγραμματισμός της διάδρασης που απαιτείται για την κατασκευή άρτιων διαδραστικών συστημάτων είναι μια σύνθετη έννοια και διαδικασία που απαιτεί δεξιότητες τόσο τεχνολογικές όσο και ανθρωπιστικές. Αν και υπάρχουν πολλοί ικανοί κατασκευαστές συστημάτων, αλλά και γνώστες της ανθρώπινης φύσης και δεξιοτήτων, ο γόνιμος συνδυασμός τους είναι πολύ σπάνιος, και αυτό κυρίως γιατί δεν είναι εύκολο να σκεφτόμαστε σε δύο ανεξάρτητες και πολύ διαφορετικές διαστάσεις (μηχανή, ανθρωπος).

Πηγαίνοντας ένα βήμα ψηλότερα στην ανάλυση της χρησιμότητας του προγραμματισμού της διάδρασης και πέρα από την ανάγκη κατανόησης της λειτουργίας του σύγχρονου ψηφιακού κόσμου, διαπιστώνουμε ότι τόσο οι δεξιότητες που αναπτύσσονται όσο και τα αποτελέσματα του προγραμματισμού της διάδρασης δημιουργούν νέα προϊόντα και υπηρεσίες που επηρεάζουν τις προσωπικές και κοινωνικές αντιλήψεις, συνήθειες, θεσμούς και οργανώσεις. Σε μια εποχή όπου η χρήση του ΗΥ έχει κατηγορηθεί για την αύξηση της ανεργίας μέσω του αυτοματισμού και της αύξησης της παραγωγικότητας, μπορούμε να δούμε αισιόδοξα μια αχαρτογράφητη πτυχή του ΗΥ ως μέσου και εργαλείου δημιουργίας ενός νέου επιπέδου ανθρώπινης δραστηριότητας.

Ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο της Διάδρασης

Σε αυτό το μέρος θα μελετήσουμε την ιστορική εξέλιξη της σχεδίασης της διάδρασης ανθρώπου-συσκευών. Το πιο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι, όπως σε πολλές ιστορικές περιπτώσεις, εκ των υστέρων είναι σχετικά κατανοητό γιατί κάποιες σχεδιάσεις είναι καλύτερες από κάποιες άλλες. Ταυτόχρονα, παραμένει πάντα δύσκολο να προβλέψουμε και να σχεδιάσουμε με σιγουριά εκείνες τις μελλοντικές διαδράσεις ανθρώπου-συσκευής που είναι περισσότερο αποτελεσματικές. Αν και ο στόχος αυτός παραμένει άπιαστος, στα επόμενα κεφάλαια θα δούμε ότι τουλάχιστον υπάρχουν οι ανθρωποκεντρικές διαδικασίες οι οποίες αργά ή γρήγορα μας δίνουν σταδιακά καλύτερα λύσεις στα θέματα της διάδρασης με τις συσκευές. Σε κάθε περίπτωση, είναι σκόπιμο να ξέρουμε τι έχουν δοκιμάσει οι σχεδιαστές της διάδρασης στο παρελθόν και γιατί (α)πέτυχε.

Οπως είδαμε στα προηγούμενα ο βασικός στόχος της σχεδίασης της διάδρασης είναι να κατασκευάσουμε συστήματα και συσκευές που

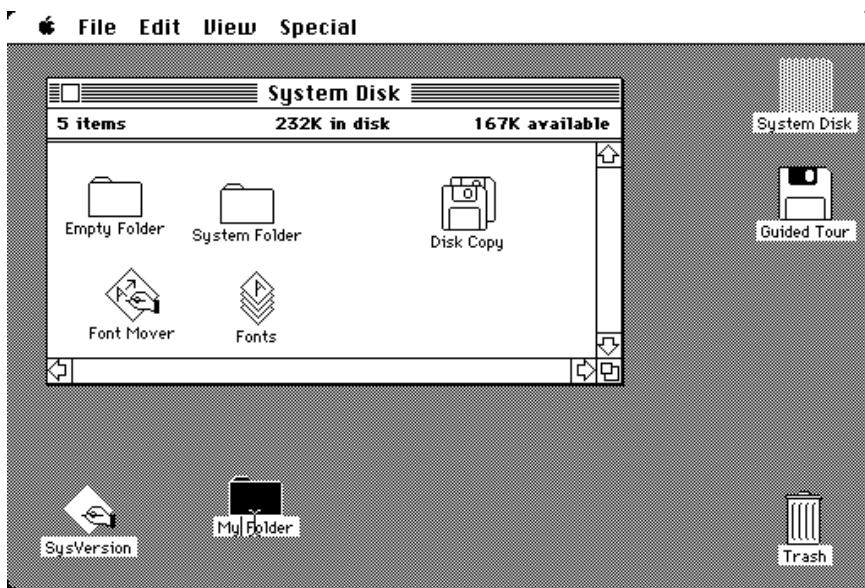


Figure 1: Το λειτουργικό σύστημα του επιτραπέζιου υπολογιστή Macintosh (1984) ήταν το πρώτο επιτυχημένο εμπορικό γραφικό περιβάλλον εργασίας και το πρώτο που έδωσε πρόσβαση σε πολλές εφαρμογές λογισμικού ακόμη και σε χρήστες που δεν είχα γνώση υπολογιστών χάριν στην ευχρηστία του

να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών κατά την διαδικασία επίτευξης των στόχων τους σε ένα δεδομένο πλαίσιο χρήσης. Για αυτόν τον οκοπό, οι σχεδιαστές πρέπει να εξετάσουν παράγοντες όπως η ευχρηστία και η μέτρηση της. Αν και η ευχρηστία είναι μια από τις βασικές αξίες της διάδρασης, δεν είναι η μόνη, ενώ η σημασία της μπορεί να είναι πολύ μικρή σε ορισμένες περιπτώσεις. Αν για παράδειγμα το σύστημα διάδρασης έχει εφαρμογή στην ψυχαγωγία (π.χ., εκπαιδευτικά βιντεο-παιχνίδια) τότε θέλουμε η διάδραση να προσφέρει κάτι περισσότερο από απλή ευχρηστία, όπως ψυχαγωγία και μάθηση. Στην περίπτωση βελτίωσης ενός συστήματος που υπάρχει ή είναι παρόμοιο με υπάρχοντα συστήματα, τότε ο πιο απλός τρόπος από πλευράς κόστους, αποτελεσματικότητας και ταχύτητας είναι να βασιστούμε σε επιτυχημένα ιστορικά παραδείγματα.



Figure 2: Το εκπαιδευτικό βιντεο-παιχνίδι Math Blaster βασίζεται σε μια πολύ δημοφιλή και κλασική φόρμα παιχνιδιού (shoot'em up) με την διαφορά ότι ο χρήστης θα πρέπει να κάνει και τις σωστές μαθηματικές πράξεις ώστε να πετύχει τον στόχο του παιχνιδιού

Τα ιστορικά παραδείγματα διάδρασης με συσκευές χρήστη σε ορισμένες περιπτώσεις έχουν κάποιες επικαλύψεις χρονικά ή στα χαρακτηριστικά τους, όμως, είναι όσο γίνεται περισσότερο ανεξάρτητα. Από την μία πλευρά η χρονολογική επισκόπηση είναι μια ενδιαφέρουσα ιστορική αναδρομή στην τεχνολογική εξέλιξη με έμφαση στην διάδραση, αλλά ταυτόχρονα είναι και μια εργαλειοθήκη για τον μελλοντικό σχεδιαστή της διάδρασης. Ειδικά, εστιάζουμε στην εξέλιξη των διαδραστικών συστημάτων και πως έχουν αυξήσει την χρησιμότητα και την ευχρηστία των υπολογιστών.

Το πιο χαρακτηριστικό παραδειγμα διάδρασης είναι αυτό του επιτραπέζιου υπολογιστή και της γραφικής επιφάνειας εργασίας, που ελέγχεται από τον χρήση με τις συσκευές εισόδου πληκτρολόγιο και ποντίκι. Αυτή η



The table compares two Apple computers: the original Macintosh (1984) and the iMac 20" (2003). It includes a visual comparison image showing both machines side-by-side.

	original Macintosh	iMac 20"	comparison
date	January 1984	November 2003	+ 20 years
price	\$2500	\$2200	x 0.9
CPU	68000 Motorola 8 MHz 0.7 MIPS	G5 1.26 GHz 2250 MIPS	x 156 x 3124
memory	128KB	256MB	x 2000
storage	400KB floppy drive	80GB hard drive	x 200000
monitor	9" black & white 512 x 342 68 dpi	20" color 1680 x 1050 100 dpi	x 2.2 x 10 x 1.5
devices	mouse keyboard	mouse keyboard	same same
GUI	desktop WIMP	desktop WIMP	same

Figure 3: Η διαχρονική αξία της διάδρασης αποτυπώνεται στην περίπτωση του επιτραπέζιου υπολογιστή, ο οποίος αν και έχει εξελιχθεί τεχνολογικά σε πολλές τάξεις μεγέθους, ο προγραμματισμός της διάδρασης έχει παραμείνει παρόμοιος, γιατί ο άνθρωπος δεν άλλαζει το ίδιο γρήγορα και εύκολα με τις μηχανές

μορφή υπολογιστή και διάδρασης είναι ενδιαφέρουσα γιατί ήταν η πρώτη μορφή υπολογιστή που ξέφυγε από τις μέχρι τότε πολύ εξειδικευμένες εφαρμογές των υπολογιστών (π.χ., βάσεις δεδομένων) και μπόρεσε να διευκολύνει τις εργασίες και την καθημερινότητα σε πάρα πολλούς χρήστες (π.χ., επεξεργασία κειμένου, ανάκτηση πληροφορίας από τον ιστό, και επικοινωνία με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο). Αν και το μοντέλο διάδρασης με τον επιτραπέζιο υπολογιστή δεν είναι ούτε τόσο δημοφιλές ούτε τόσο εύκολο όσο αυτό του κινητού υπολογισμού με τα έξυπνα κινητά και τις ταμπλέτες, έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί έχει μείνει σχετικά ίδιο από τότε που δημιουργήθηκε, πράγμα που επιβεβαιώνει ότι ανεξάρτητα από την ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη η ανθρώπινη διάδραση κινείται σε πιο αργούς ρυθμούς.

Ψηφιακός αλφαριθμητισμός, παραγωγικότητα, και προσωπική έκφραση

Γνωστική, συναισθηματική και κοινωνική επαύξηση, προσωπική έκφραση και δημιουργικότητα, ιδιωτικότητα και ασφάλεια, προσωπική ταυτότητα, βιωσιμότητα

Ο ψηφιακός αλφαριθμητισμός είναι καθολικά αποδεκτός ως μια πολύ βασική δεξιότητα ανεξάρτητα από τις προσωπικές και επαγγελματικές επιδιώξεις του κάθε ανθρώπου.

Ο Ανθρωπος, ο Υπολογιστής και η Διάδραση τους

Ο ένας πυλώνας του γνωστικού αντικειμένου είναι η διάδραση που συμβαίνει ανάμεσα σε έναν τουλάχιστον ανθρωποκαὶ σε μία ή περισσότερες συσκευές. Με αυτές τις γνώσεις σε αυτήν την ενότητα μπορούμε να μελετήσουμε πως ο ανθρωπός χρησιμοποιεί τις συσκευές κυρίως ως εργαλεία, αλλά και ως μέσα επικοινωνίας, ψυχαγωγίας, και συνεργασίας. Αυτή η επικοινωνία ανάμεσα στον ανθρωπο και τις συσκευές ονομάζεται διάδραση. Σε αυτήν τήν ενότητα θα μελετήσουμε τα είδη της διάδρασης, τα στοιχεία που την συνθέτουν, καθώς και το φυσικό, κοινωνικό, και οργανωσιακό πλαίσιο μέσα στο οποίο μπορεί να συμβεί. Ακόμη, θα εξετάσουμε πόσο καλά μπορούν να υποστηρίξουν τις ανθρώπινες διαδικασίες τα διαφορετικά είδη της διάδρασης.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι διάδρασης του χρήστη με την συσκευή. Αρχικά, από την μια πλευρά, είχαμε την γραμμή εντολών καθώς και τις εντολές δέσμης (batch processing) που είναι πολύ αποτελεσματικοί τρόποι για επαναλαμβανόμενες και σταθερές οδηγίες προς την συσκευή. Αν όμως οι οδηγίες προς την συσκευή και το σύστημα πρέπει να αλλάζουν συχνά και είναι περισσότερο δυναμικές, τότε, από την άλλη πλευρά, έχουμε τον απευθείας χειρισμό και την εικονική πραγματικότητα, όπου η διάδραση γίνεται δυναμικά και οι χρήστες λαμβάνουν συνέχεια ανατροφοδότηση.

Στο ενδιάμεσο αυτών των ακραίων τύπων διάδρασης (γραμμή εντολής και απευθείας χειρισμός) υπάρχει ένα φάσμα από τύπους διάδρασης, καθώς και οι τύποι διάδρασης που εμφανίζονται με τις κινητές εφαρμογές και τις συσκευές διάχυτου υπολογισμού.

Προσωπικές δεξιότητες

Γλώσσες προγραμματισμού, μεθοδολογία, τεχνικές, εργαλεία, δεξιότητες

Με δεδομένη την ανάγκη ανάπτυξης δεξιοτήτων που θεμελιώνουν τον ψηφιακό αλφαριθμητισμό πέρα από την απλή χρήση προς την βαθύτερη κατανόηση λειτουργίας και ιδανικά την δημιουργία νέων διαδράσεων, ένα ερώτημα που προκύπτει οργανικά αφορά την επιλογή του εργαλείου, την οργάνωση, αλλά και την διαδικασία δημιουργίας της διάδρασης. Για αν απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα θα πρέπει να ανατρέξουμε στην φύση του προγραμματισμού της διάδρασης. Το βασικό στοιχείο αυτής της περιοχής είναι ότι οι τελικές προδιαγραφές του συστήματος μας δεν είναι καθόλου γνωστές στην αρχή, ενώ είναι σίγουρο ότι ακόμη και θα έχουμε τις πρώτες εκδόσεις σε χρήση, οι προδιαγραφές θα συνεχίζουν να αλλάζουν ανάλογα με την χρήση. Επομένως, τα κατάλληλα εργαλεία, διαδικασίες, και δομές θα πρέπει να μπορούν να αλλάζουν γρήγορα τόσο τα ίδια όσο και τα δημιουργήματα τους.

Σε μια πρώτη ανάγνωση, ο προγραμματισμός της διάδρασης φαίνεται ως το άθροισμα ή ίσως η τομή των επιμέρους περιοχών του προγραμματισμού ΗΥ και της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Στην πράξη όμως η πρόσθεση των γνώσεων προγραμματισμού με αυτές τις διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή δεν είναι ικανή συνθήκη για την δημιουργία νέων κατεσκευών που θα επαναπροσδιορίζουν τις ανθρώπινες και κοινωνικές δραστηριότητες. Αν και είναι σίγουρα αναγκαία συνθήκη να υπάρχουν οι βασικές επιμέρους γνώσεις, είτε αυτές οι γνώσεις βρίσκονται στον ίδιο άνθρωπο, είτε είναι ρόλοι σε μια ομάδα συνεργασίας, υπάρχει η επιπλέον η ανάγκη για γνώσεις σε ένα υψηλότερο επίπεδο, αυτό του προγραμματισμού της διάδρασης. Σε αυτό το υψηλότερο επίπεδο αφαίρεσης των επιμέρους λεπτομερειών έχουμε την δυνατότητα να εστιάσουμε την προσοχή μας στα εργαλεία, τις δομές, και τις διαδικασίες που θα δώσουν δημιουργικές λύσες σε υπάρχοντα προβλήματα, και κυρίως θα επαυξήσουν τις δυνατότητες μας.

Οπως οι οπτικές γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου (π.χ., Scratch) έχουν μικρή μόνο σχέση με τις αντίστοιχες γλώσσες προγραμματισμού που είναι κοντά στην μηχανή (π.χ., Assembly, C), έτσι και ο προγραμματισμός της διάδρασης έχει μικρή μόνο σχέση με τις βασικές επιμέρους περιοχές. Στην πράξη, ο προγραμματιστής της διάδρασης είναι χρήσιμο να ξέρει τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού, όπως είναι η μεταβλητή και οι συνθήκες, αλλά από εκεί και πέρα η δεξιότητα του θα αυξηθεί μόνο αν μάθει να χρησιμοποιεί νέες βιβλιοθήκες και εργαλεία, παρά αν μάθει όλες τις λεπτομέρειες που κάνουν ένα πρόγραμμα υπολογιστή αποδοτικό (π.χ.,

ταχύτητα, μνήμη). Επομένως, αν και μιλάμε για προγραμματισμό της διάδρασης, στην πράξη ο προγραμματισμός αυτός όπου υπάρχει αφορά περισσότερο την δημιουργική σύνθεση και χρήση έτοιμων βιβλιοθηκών και εργαλείων με απλές δομές ελέγχου, με τελικό σκοπό την επαύξηση των ανθρώπινων και κοινωνικών δραστηριοτήτων.

Οι βασικές τεχνολογίες και ο αντίστοιχος προγραμματισμός της δικτύωσης, της αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων, και κυρίως της εισόδου και εξόδου πληροφορίας σε σχέση με τον ανθρώπο είναι τα δομικά στοιχεία, και επομένως θέλουμε άμεση και εύκολη πρόσβαση σε όλα αυτά μαζί χωρίς να πρέπει να ανησυχούμε για τις λεπτομέρειες της υλοποίησης. Αν και οι λεπτομέρειες της υλοποίησης θα έχουν μεγάλη σημασία όταν το σύστημα μας βρίσκεται στις ζωές πολλών ανθρώπων, σε αυτήν την φάση της ανάπτυξης, κατά την οποία δεχόμαστε ότι δεν ξέρουμε ακριβώς τι είναι αυτό που ετοιμάζουμε ούτε πως (και αν) θα επηρεάσει την καθημερινότητα του ανθρώπου, είναι σκόπιμο να μην ασχοληθούμε με αυτές τις λεπτομέρειες. Με αυτό το δεδομένο, η επιλογή των εργαλείων ανάπτυξης και ειδικά της γλώσσας προγραμματισμού και των βιβλιοθηκών απλουστεύεται, αλλά σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί εύκολη όπως θα δούμε στο αντίστοιχο κεφάλαιο της κατασκευής της διάδρασης.

Κατασκευή πρωτοτύπου και επανάληψη

Εφικτές απαιτήσεις πληροφοριακού συστήματος, Η περιοχή της μηχανικής του λογισμικού

Αν και υπάρχουν πάρα πολλές τεχνικές και μεθοδολογίες, και ακόμη περισσότερα εργαλεία και δομές για τον προγραμματισμό της διάδρασης, αν έπρεπε να τα συνοψίσουμε όλα σε μια πρόταση θα λέγαμε ότι αυτή είναι η επαναληπτική κατασκευή ενός πρωτοτύπου. Αυτή η επαναποθέτηση του προβλήματος της διαδικασίας κατασκευής μας επιτρέπει να στρέψουμε την προσοχή μας στην φύση και στον ρόλο του πρωτοτύπου. Η διαδικασία κατασκευής του πρωτοτύπου είναι χρήσιμη ως μηχανισμός κατανόησης της διάδρασης που θέλουμε να υλοποιήσουμε, ενώ όταν το πρωτότυπο είναι σε μια πρώτη ικανοποιητική μορφή τότε το ίδιο το πρωτότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δοκιμές με τους τελικούς χρήστες ή ακόμη και να χρησιμοποιηθεί ως αρχική έκδοση (π.χ., έκδοση αλφα, βήτα, από την ορολογία της τεχνολογίας λογισμικού). Αυτή η προσέγγιση είναι γνωστή στην βιβλιογραφία και ως το πρωτότυπο ως προδιαγραφές, δηλαδή αντί να ετοιμάσουμε ένα λεπτομερές συμβόλαιο που θα περιγράφει με λέξεις και διαγράμματα το αποτέλεσμα, έχουμε το ίδιο το αποτέλεσμα (εν τη γεννέσι του) ως προδιαγραφές. Αυτό είναι μια σχετικά απλή ιδέα που φέρνει σε μεγάλη αντίθεση την περιοχή του προγραμματισμού της διάδρασης με άλλες συγγενείς περιοχές της επιστήμης του μηχανικού, ακόμη και με τις γονικές περιοχές της τεχνολογίας λογισμικού, και αποδικνύει τον κεντρικό

ισχυρισμό αυτού του βιβλίου ότι ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι μια νέα περιοχή που ναι μεν έχει αρκετές ομοιότητες με άλλες, αλλά τελικά έχει τόσες διαφορές που απαιτούν ουσιαστικά διαφορετική αντιμετώπιση.

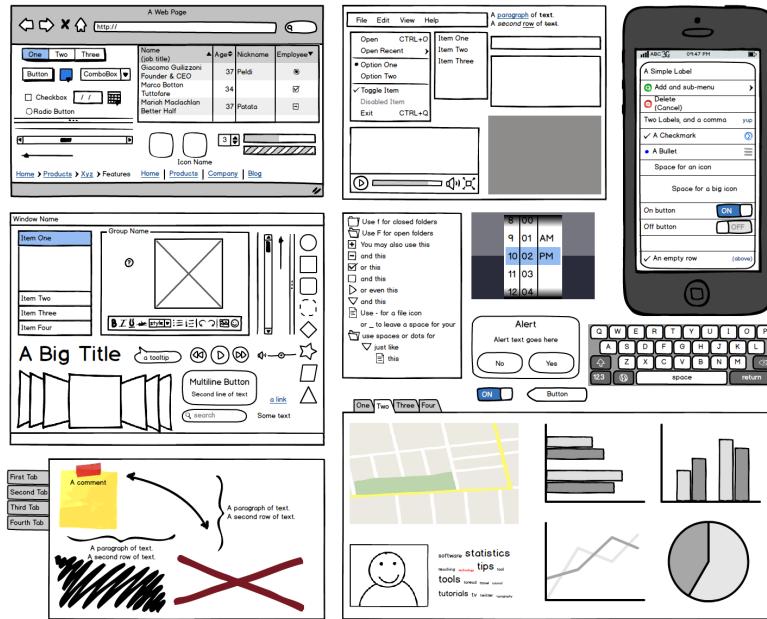


Figure 4: Η σχεδίαση της διεπαφής στα πρώτα στάδια μπορεί να γίνει ακόμη και στο χαρτί αν και υπάρχουν ψηφιακά εργαλεία που διευκολύνουν την παραγωγή των αντίστοιχων διαγραμμάτων

Το πρωτότυπο θα πρέπει να είναι διαδραστικό, διαφορετικά είναι σκόπιμο να το χαρακτηρίσουμε απλά ως ένα αρχικό προσχέδιο. Τα αρχικά προσχέδια είναι και αυτά πολύ χρήσιμα για την καλύτερη κατανόηση της διάδρασης και κυρίως για την επικοινωνία με άλλα μέλη της ομάδας ανάπτυξης. Τα αρχικά προσχέδια συνήθως μπορούν να έχουν την μορφή του αφηγηματικού σεναρίου και των ενδεικτικών ιθονών, αλλά υπάρχουν και άλλες επιλογές όπως το κόμικ (storybook), το βίντεο, οι διαδραστικές διαφάνειες, και πολλά άλλα εξειδικευμένα εργαλεία κατασκευής προσχεδίου για το πρωτότυπο. Τα προσχέδια και τα πρωτότυπα κάθε άλλο παρά δεν είναι κάτι καινούριο στην περιοχή των μηχανικών. Για παράδειγμα, οι αρχιτέκτονες μηχανικοί ξεκινάνε την σχεδίαση στο χαρτί, γιατί αυτός είναι ο πιο γρήγορος τρόπος αναπαράστασης μιας ιδέας και επίσης βοηθάει και στην σχεδίαστική σκέψη. Αντίστοιχα, ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι σκόπιμο να ξεκινήσει από ένα σύντομο αφηγηματικό σενάριο, το οποίο θα πρέπει να συνοδεύεται

και από μερικές ενδεικτικές οθόνες. Αν και υπάρχουν ομοιότητες με τους αρχιτέκτονες μηχανικούς, υπάρχουν και σημαντικές διαφορές, γιατί το αποτέλεσμα του προγραμματισμού της διάδρασης δεν είναι κάτι στέρεο και σταθερό, αλλά είναι κάτι ρευστό που αλλάζει συνέχεια ανάλογα με την χρήση. Επομένως, τόσο τα προσχέδια όσο και τα πρωτότυπα θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν αυτήν την κίνηση, κάτι που δύσκολα μπορεί να γίνει με το χαρτί ή τις απλές εικόνες. Για αυτό στα προσχέδια του προγραμματισμού της διάδρασης θέλουμε να έχουμε τουλάχιστον ένα σενάριο και ενδεικτικές οθόνες ώστε να μπορεί ο σχεδιαστής και οι άλλοι ρόλοι να φανταστούν το τελικό προϊόν.



Figure 5: Η σχεδίαση του πρωτοτύπου με σκοπό έναν αρχικό γρήγορο και οικονομικό έλεγχο είναι παρόμοια με την κατασκευή των προσχεδίων και της μακέτας στους αρχιτέκτονες μηχανικούς

Οι διαφορές στην κατασκευή του πρωτοτύπου με τους αρχιτέκτονες δεν συνεχίζονται στην περίπτωση της μακέτας. Ενώ η μακέτα είναι για τους αρχιτέκτονες μηχανικούς ένα προχωρημένο πρωτότυπο που αναπαριστά στον πραγματικό χώρο, έστω και σε μικρό μέγεθος, το τελικό προϊόν, στην περίπτωση του προγραμματισμού της διάδρασης, ένα διαδραστικό πρωτότυπο είναι το ίδιο το τελικό το προϊόν. Η μεγαλύτερη διαφορά όμως σε σχέση με τους αρχιτέκτονες μηχανικούς και τις συγγενείς επιστήμες του μηχανικού είναι ότι ένα διαδραστικό πρωτότυπο και φυσικά το τελικό προϊόν δεν είναι καθόλου διακριτά στάδια στην διαδικασία σχεδίασης, παραγωγής, και βελτίωσης. Για παράδειγμα, η πρώτη εμπορική έκδοση του δημοφιλούς Apple iPhone δεν είχε εφαρμογές από την πλευρά εξωτερικών

παραγωγών, αλλά μόνο τις επίσημες εφαρμογές της εταιρείες. Ήταν αυτό το τελικό προϊόν ή ένα προχωρημένο πρωτότυπο? Από την πλευρά του υλικού η συσκευή μπορεί να βελτιώθηκε σταδιακά, όμως από την πλευρά του λογισμικού η δυνατότητα να μπαίνουν νέες εφαρμογές ήταν ουσιαστικά ένα νέο προϊόν, άρα δεν θα μπορούσαμε να κατατάξουμε το πρώτο εμπορικό iPhone ώς ένα προχωρημένο διαδραστικό πρωτότυπο των σύγχρονων iPhone, τα οποία δεν έχουν πάψει να εξελίσσονται, σε συνδυασμό τόσο με το λογισμικό που προστείθεται αλλά και κυρίως με νέο εξωτερικό υλικό, όπως αυτό που διευκολύνει σημαντικές ανθρώπινες δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με τις συναλλαγές, την υγεία, την δημιουργία, και την διασκέδαση.

Συνοπτικά, η κεντρική διαφορά του προγραμματισμού της διάδρασης από άλλες επιστήμες του μηχανικού είναι ότι η διαδικασία ανάπτυξης και η τελική κατασκευή βρίσκονται σε ένα συνεχή κύκλο. Για παράδειγμα, η δημοφιλής υπηρεσία Google Mail για πολλά χρόνια είχε την ετικέτα βήτα (beta), ενώ ήταν πλήρως λειτουργική. Βλέπουμε λοιπόν, ότι στην περίπτωση του λογισμικού οι επίσημες "τελικές" εκδόσεις είναι απλά προφορικές ή γραπτές δηλώσεις του κατασκευαστή, σε αντίθεση με ένα σπίτι που η παράδοση του λίγο θα διαφέρει από τις μετατροπές του, ακόμη και μετά από πολλά χρόνια. Το συμπέρασμα που αξίζει να μείνει είναι ότι η διαδικασία της κατασκευής στην περιοχή του προγραμματισμού της διάδρασης είναι ένας κύκλος επανάληψης που είναι πολύ δύσκολο να προσδιορίσουμε πότε ακριβώς αρχίζει και πότε τελειώνει, ακόμα και ειδικά για τα προϊόντα που είναι σε ευρεία χρήση, αφού αυτή η ίδια η χρήση τους επαναπροσδιορίζει την φύση τους σε ένα αέναο κύκλο. Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι όλα αυτά δεν είναι καθόλου νέα, και ότι όλες οι παραδοσιακές βιομηχανίες (κτήρια, αυτοκίνητα) σταδιακά μεταλλάσσονται για να εξυπηρετήσουν τους χρήστες τους. Αυτό είναι αλήθεια, αλλά οι αλλαγές που συνήθως συμβαίνουν σε όλες τις παραπάνω βιομηχανίες είναι τόσο σταδιακές χρονικά και τόσο προσθετικές δομικά, όπου και πάλι αναδεικνύεται αυτή η ιδιαιτερότητα του προγραμματισμού της διάδρασης σε σχέση με τις πολύ συγγενείς περιοχές, αυτήν την φορά αναφορικά με την διαδικασία κατασκευής.

Η διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή σε μεγαλύτερη κλίμακα

Εργασία σε ομάδες

Μια πολύ σημαντική εφαρμογή των υπολογιστών είναι στην διευκόλυνση της επικοινωνίας και της συνεργασίας μικρών ομάδων ανθρώπων. Πριν κατασκευάσουμε ένα σύστημα που θα διευκολύνει την εργασία σε ομάδες, θα πρέπει πρώτα να κατανοήσουμε τον ρόλο του κάθε μέλους της ομάδας στις κοινές διεργασίες. Αν και η σημασία της κοινωνικής διάστασης ήταν γνωστή από πολύ καιρό σε γειτονικές περιοχές, η εξειδικευμένη περιοχή των κοινωνικών και συνεργατικών συστημάτων δημιουργήθηκε

στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Αρχικά, οι μελέτες ασχολήθηκαν με τις ανάγκες που προκύπτουν κατά την συνεργασία στον χώρο της εργασίας με επιτραπέζιους υπολογιστές και ενσύρματα δίκτυο, όμως πολύ γρήγορα το ενδιαφέρον αυτής της περιοχής στράφηκε προς τον κινητό υπολογισμό, τα κοινωνικά δίκτυα, και τα δικτυακά βίντεο-παιχνίδια ρόλων. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι οι εφαρμογές αυτής της περιοχής δεν περιορίζονται πλέον μόνο στο πεδίο της εργασίας, αλλά έχουν επεκταθεί σε πολλές ακόμη σημαντικές κοινωνικές δραστηριότητες, όπως είναι η εκπαίδευση.

Η θεωρία για την διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή εμφανίζεται με διαφορετικές μορφές σε πολλές διαφορετικές περιοχές οι οποίες έχουν σχετικά διαφορετικούς στόχους. Για παράδειγμα, η εργονομία έχει εστιάσει κυρίως στις σωματικές εργασίες των ανθρώπων που δουλεύουν με βιομηχανικές μηχανές, ρομπότ, καθώς και στην είσοδο δεδομένων και τον χειρισμό εξοπλισμού ασφαλείας (π.χ., αεροσκάφη, πλοία, συστήματα ενέργειας, κτλ.). Από την άλλη πλευρά, η περιοχή των πληροφοριακών συστημάτων διοίκησης λειτουργεί σε μεγαλύτερη κλίμακα, όπου πολλοί ανθρώποι συνεργάζονται ως μέλη επιμέρους ομάδων για να πάρουν αποφάσεις και να πετύχουν έναν κοινό σκοπό, στο πλαίσιο ενός ή περισσότερων διασυνδεδεμένων οργανισμών και ιεραρχιών αποφάσεων. Ανάμεσα στα δύο άκρα της κλίμακας της διάδρασης (άνθρωπος-υπολογιστής και οργανισμός που συντονίζει ομάδες ανθρώπων) βρίσκεται η σχετικά πιο νέα περιοχή των κοινωνικών και συνεργατικών συστημάτων, όπου η διάδραση συμβαίνει ανάμεσα στα μέλη μιας μικρής ομάδας (δύο ως πέντε άνθρωποι), η οποία συντονίζεται με την βοήθεια ενός ή περισσότερων υπολογιστών. Φυσικά, ο διαχωρισμός ανάμεσα στις παραπάνω περιοχές δεν είναι απόλυτα στεγανός και υπάρχουν αρκετές επικαλύψεις ανάμεσα τους.

Τα προϊόντα της διάδρασης ως υπηρεσία και αγαθό

Το λειτουργικό σύστημα των επιτραπέζιων υπολογιστών αρχικά ήταν προς πώληση ως προϊόν συσκευασμένο σε ένα κουτί, όμως, σταδιακά έγινε αντιληπτό ότι το περιεχόμενο του κουτιού ποτέ δεν ήταν τελικό, ενώ η ανάπτυξη του διαδικτύου ως κανάλι διανομής επέτρεψε στο λογισμικό να πάρει την θέση που του ταιριάζει περισσότερο ως υπηρεσία, αν και πάντα υπάρχει μια υβρική ισορροπία ανάμεσα στα δύο, ειδικά στην περίπτωση που συνοδεύεται από κάποια συσκευή. Διαπιστώνουμε ότι το λογισμικό είναι αρκετά διαφορετικό από άλλα προϊόντα και υπηρεσίες αναφορικά με τις παρακάτω ιδιότητες: 1) πνευματική ιδιοκτησία, 2) εμπορευσιμότητα, τα οποία μελετάμε στα επόμενα.

Υπάρχουν πολλά είδη δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας, όπως είναι τα trademark, patent, copyright. Τα περισσότερα έργα λογισμικού αντιμετωπίζονται όπως τα λογοτεχνικά βιβλία και έχουν copyright, αν και υπάρχουν περιπτώσεις στο λογισμικό της διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή

όπου έχει γίνει προσπάθεια για πατέντα. Για παράδειγμα, στα τέλη της δεκαετίας του 1980 η Apple προσπάθησε να προστατεύσει το γραφικό περιβάλλον εργασίας απέναντι στον ανταγωνισμό από την Microsoft. Επειδή το λογισμικό δεν είναι ούτε βιβλίο αλλά ούτε και βιομηχανικό αντικείμενο τα υπάρχοντα είδη πνευματικής ιδιοκτησίας ίσως να μην ταιριάζουν απόλυτα. Άλλωστε αυξάνονται οι περιπτώσεις όπου το λογισμικό δίνεται με άδεια ανοικτού κώδικα ή παρέχει κάποιο API και στην συνέχεια ο δημιουργός αναζητεί αμοιβή μέσα από την πώληση της τεχνογνωσίας του. Οσο χαρακτηριστική είναι η περίπτωση των αυτοδημιούργητων κλειστού κώδικα όπως ο Bill Gates της Microsoft άλλο τόσο ενδιαφέρουσα είναι η περίπτωση του ανοικτού κώδικα με τον Linus Torvalds του Linux που επέλεξε να δώσει δωρεάν τον καρπό της προσπάθειας του. Και στις δύο περιπτώσεις είχαμε την δημιουργία μιας πολύ μεγάλης βιομηχανίας και πολλών θέσεων εργασίας, αν και η προσέγγιση του καθένα ήταν αντιδιαμετρικά αντίθετη.

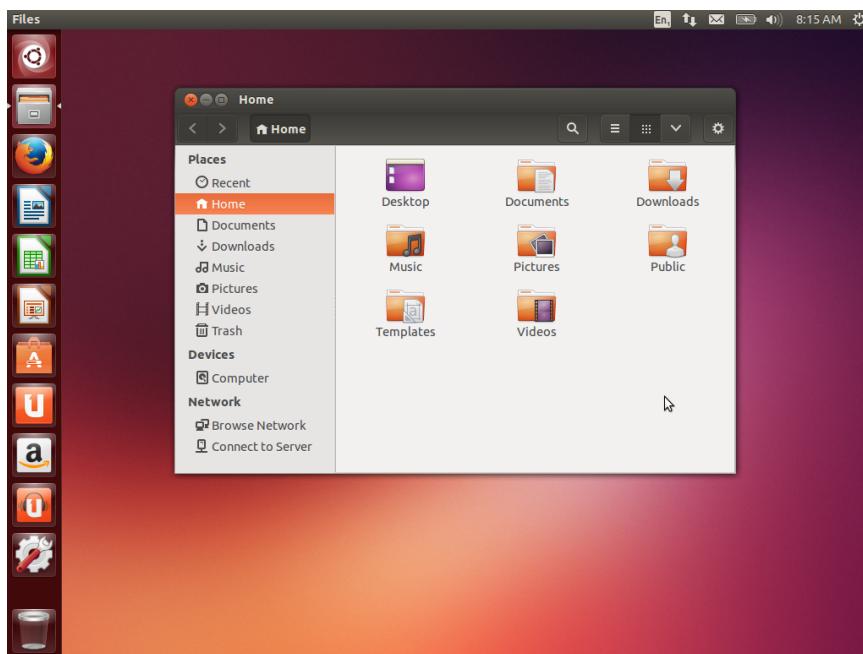


Figure 6: Οι δύο βασικές προσεγγίσεις στην διάθεση του λογισμικού είναι αυτή του ανοικτού (π.χ., Linux) και κλειστού κώδικα (π.χ., Microsoft Windows), οι οποίες εμφανίζονται ως αντίταλες αλλά σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να λειτουργούν και συμπληρωματικά. Το πιο ενδιαφέρον όμως είναι ότι μια συλλογική προσπάθεια όπως το Linux που δεν έχει στόχο το κέρδος μπορεί να παράγει ένα αποτέλεσμα εφαμιλο των εμπορικών.

Η εμπορευσιμότητα ενός αγαθού ή υπηρεσίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, αλλά ο σημαντικότερος είναι η δυνατότητα που υπάρχει για εύκολη γεωγραφική διανομή. Το λογισμικό αν και ξεκίνησε ως μέρος του υλικού στην συνέχεια έγινε δίσκος που αγοραζόταν από τα ράφια του λιανεμπορίου, τον τελευταίο καιρό έχει μετατραπεί σε υπηρεσία που είναι διαθέσιμη στο δίκτυο. Στη ίδια συζήτηση έχει ενδιαφέρον και η δουλειά του προγραμματιστή λογισμικού και η δυνατότητα καθώς και ο κίνδυνος από την εμπορευσιμότητα αυτής της εργασίας. Για παράδειγμα μια υπηρεσία στο Web είναι διαθέσιμη παντού, πράγμα που σημαίνει ότι τελικά θα πρέπει να ανταγωνιστεί αντίστοιχες προσπάθειες από όπου και αν έρχονται, πχ. από τις ανεπτυγμένες ΗΠΑ ή από τις χώρες με το εξειδικευμένο εργατικό δυναμικού χαμηλού κόστους όπως η Ινδία. Πέρα από τις ευκαιρίες για μια διευρυμένη αγορά, μέσα σε αυτό το παγκοσμιοποιημένο πλαίσιο είναι μάλλον αφελές να κρατάμε κλειστή την διεπαφή με ένα λογισμικό, αφού μέσα σε μικρό σχετικά χρονικό διάστημα κάποιος μπορεί να φτιάξει κάτι παρόμοιο ή ακόμη και καλύτερο. Μια περισσότερο αποτελεσματική στρατηγική είναι να κάνουμε διαθέσιμο τον πηγαίο κώδικα (ελπίζοντας σε συνεισφορές και βελτίωση του) και ταυτόχρονα να μαθαίνουμε από τις διαδράσεις που κάνουν οι χρήστες, έτσι ώστε να βελτιώνουμε την υπηρεσία και, κυρίως, έτσι ώστε να αυξάνουμε την γνώση που έχουμε για τι συνηστά ανά πάσα στιγμή μια χρήσιμη και επιθυμητή υπηρεσία.

Από την άλλη πλευρά, το λογισμικό είναι παρόμοιο με την μηχανή εσωτερικής καύσης και την βιομηχανική ρομποτική αναφορικά με την αυτοματοποίηση της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η αυτοματοποίηση θεωρείται συνήθως μια αρετή αφού επιτρέπει στον άνθρωπο να ασχοληθεί με κάτι άλλο πέρα από τις μηχανικές, επίπονες, και επαναλαμβανόμενες διεργασίες. Στην πράξη έχει επιτρέψει την μετάβαση από την αγροτική στην βιομηχανική και αργότερα εποχή των υπηρεσιών. Η άλλη όψη του νομίσματος όμως περιγράφει μια συνήθως επίπονη περίοδο μετάβασης από την μια εποχή στην επόμενη. Ετσι ακριβώς όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης διευκόλυναν την εργασία και αύξησαν την παραγωγικότητα κατά την μετάβαση από την αγροτική στην βιομηχανική εποχή, όπως η ρομποτική και ο αυτοματισμός μείωσαν στην συνέχεια την ανάγκη για ανθρώπινη εργασία στα εργοστάσια. Με τον ίδιο τρόπο ακριβώς το λογισμικό διάδρασης έρχεται να αυτοματοποιήσει πάρα πολλές εργασίες που γίνονταν με την μεσολάβηση ανθρώπων στην βιομηχανία των υπηρεσιών (π.χ., τράπεζες, ασφάλεια, ταξίδια, κτλ.). Αν η ιστορία είναι σωστός οδηγός, τότε θα πρέπει να αναζητήσουμε την επόμενη βιομηχανική επανάσταση ανάμεσα στις δυνατότητες που μας προσφέρει ο προγραμματισμός της διάδρασης για νέες υπηρεσίες και αγαθά, τα οποία με την σειρά τους θα ορίσουν μια νέα αγορά.

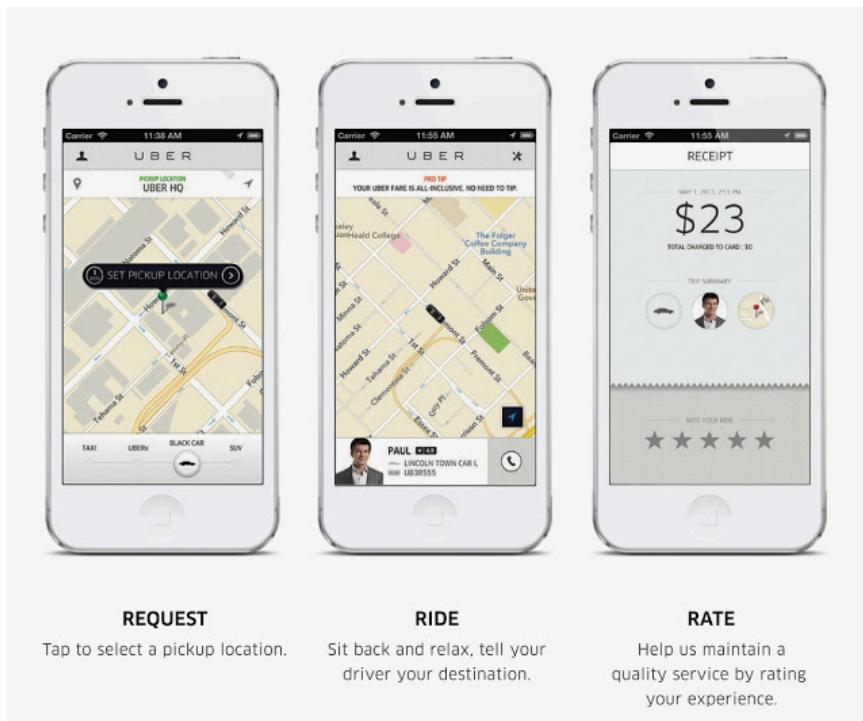


Figure 7: Αν και οι υπολογιστές έχουν κατηγορηθεί, όπως και η μηχανή εσωτερικής καύσης και η ρομποτική παλιότερα, ότι αφαιρούν δουλειές, την ίδια στιγμή δημιουργούν και ευκαιρίες για νέες αγορές, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση του Uber

Η οικονομία του διαδικτύου

Οι πιο πρόσφατες επιχειρήσεις και οργανισμοί που δημιουργήθηκαν μετά την διάχυση του διαδικτύου ακολουθούν μια περισσότερο ανοικτή προσέγγιση στην προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας τους. Για παράδειγμα, υπάρχουν πολλές περιπτώσεις, όπως η Google και το Twitter όπου τμήματα από τον πηγαίο κώδικα ή/και μέρος των δεδομένων που συλλέγονται δίνεται δωρεάν σε όλους. Το βασικό κίνητρο αυτής της ομάδας των εταιρειών είναι να προστατεύσουν και να αυξήσουν τους δεσμούς που έχουν με τους χρήστες τους και κυρίως με το εξωτερικό οικοσύστημα εφαρμογών λογισμικού των συνεργατών τους. Οσο περισσότερες εφαρμογές φτιαχτούν που στηρίζονται στα δεδομένα και τις εφαρμογές αυτών των εταιριών, τόσο περισσότερο αυξάνεται η αξία της πνευματικής ιδιοκτησίας αυτών των εταιριών. Αν και σε αναλογία με την ιδιοκτησία υλικών αγαθών είναι αντιφατικό να λέμε ότι η αξία της ιδιοκτησίας αυξάνεται αν την μοιραζόμαστε, αυτό είναι τελικά που ισχύει σε πολλές από τις επιτυχημένες περιπτώσεις ετερόκλητων (π.χ., κερδοσκοπικών ή μη) οργανισμών που βασίζονται στην διάδραση με τους χρήστες τους όπως είναι η Wikipedia και το Facebook.

Η διαφορά των δύο περιπτώσεων μπορεί να εξηγηθεί εν μέρει από την αντιμετώπιση που έχει η κάθε μια στην δημιουργία πρόσθετης αξίας και πλούτου. Συνήθως, οι εταιρείες στο παρελθόν εντοπίζουν και ορίζουν αυστηρά μια αγορά (ανταγωνιστές, προμηθευτές, πελάτες) και προσπαθούν να πάρουν δόσο γίνεται μεγαλύτερο μερίδιο ή έστω να εξυπηρετήσουν εστιασμένα ένα κομμάτι της. Για παράδειγμα, η κατασκευή λογισμικού λειτουργικού συστήματος από τις Microsoft και Apple αντιμετώπιζε για πολλά χρόνια τους επιτραπέζιους υπολογιστές ως μια πίτα όπου ο καλύτερος θα κέρδιζε το μεγαλύτερο κομμάτι. Από την στιγμή όμως ο επιτραπέζιος υπολογιστής έγινε απλά μια μικρή απόχρωση στο ευρύ φάσμα των υπολογιστών που χρησιμοποιούν οι χρήστες, πλέον η αγορά επαναπροσδιορίζεται στο επίπεδο των υπηρεσιών για το σύνολο των κινητών και διάχυτων συσκευών του χρήστη, με το λειτουργικό σύστημα να μπαίνει σε δεύτερο ρόλο ή/και να προσφέρεται δωρεάν προκειμένου ο χρήστης να κατευθυνθεί προς τις αντίστοιχες υπηρεσίες πρόσθετης αξίας όπως είναι η επικοινωνία, η κοινωνική δικτύωση, η ανάκτηση πληροφορίας, κτλ.

Η επόμενη βιομηχανική επανάσταση

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφουμε τις ιδιότητες που παρουσιάζει μια γενιά επιχειρήσεων και οργανισμών που προσπαθούν να μεγιστοποιήσουν τους δεσμούς τους με άλλους συγγενείς οργανισμούς. Το δράμα τους είναι μια διαφορετική φιλοσοφία για την ιδιοκτησία και την αξία, ενώ ο ακρογωνιαίος λίθος για αυτό το οικοδόμημα είναι ο προγραμματισμός της διεπαφής του προγραμματιστή, το οποίο είναι μια ειδική περίπτωση

του προγραμματισμού της διάδρασης με αποδέκτη έναν χρήστη-προγραμματιστή.

Σε αναλογία με την βιομηχανική επανάσταση, αν και οι μηχανές αντικατέστησαν το μεγαλύτερος μέρος της ανθρώπινης χειρωνακτικής εργασίας και σε πρώτη φάση δημιούργησαν στρατιές ανέργων, σε δεύτερη φάση τα προϊόντα ορισμένων δημιουργικών ανθρώπων που βασίστηκαν στις μηχανές (π.χ. αεροπλάνο, αυτοκίνητο) δημιούργησαν κλάδους εργασίας και ανθρώπινης δραστηριότητας αθροιστικά πολύ μεγαλύτερους από αυτούς που αρχικά κατέστρεψαν. Για παράδειγμα, τόσο η βιομηχανία του τουρισμού όσο και αύξηση της οικονομικής δραστηριότητας με την συγκέντρωση των ανθρώπων σε πόλεις, είναι παράπλευρες αφέλειες του αεροπλάνου και του αυτοκινήτου.

Είναι αλήθεια, ότι το πρώτο κύμα διάχυσης του ΗΥ με πρωταγωνιστή τον επιτραπέζιο ΗΥ κατάφερε να αυτοματοποιήσει πολύ μεγάλο μέρος της εργασίας γραφείου, με αποτέλεσμα απώλεια θέσεων εργασίας στον πυρήνα της οικονομίας των υπηρεσιών. Σε αναλογία με την βιομηχανική εποχή, η ενδωμάτωση και η διάχυση του ΗΥ στην καθημερινότητα με νέα προϊόντα και υπηρεσίες ενδέχεται να δημιουργήσει αθροιστικά περισσότερες θέσεις εργασίας από αυτές που χάθηκαν, αρκεί να βρεθούν οι δημιουργικοί και καταρτισμένοι προγραμματιστές της διάδρασης που θα φανταστούν και θα υλοποιήσουν αυτούς τους νέους κλάδους ανθρώπινης δραστηριότητας.

Ο προγραμματισμός της διάδρασης δεν είναι πανάκεια και σίγουρα δεν είναι ολοκληρωμένη λύση σε σημαντικά προβλήματα που έχουν να κάνουν με την φτώχεια, την ανισότητα, την υγεία, και την εκπαίδευση. Από την άλλη πλευρά, ο προγραμματισμός της διάδρασης είναι σίγουρα μια λύση συμβατή με την πολύ σημαντική ανάγκη που αφορά την δυνατότητα μας να φανταστούμε και να δημιουργήσουμε ένα διαφορετικό και νέο επίπεδο ανθρώπινης δραστηριότητας σε όλους τους σημαντικούς τομείς, όπως η εργασία, η ψυχαγωγία, η ευζωία, και η εκπαίδευση. Τέλος, είναι σίγουρα μια από τις λίγες λύσεις που έχουμε για να θέσουμε σε λειτουργία τον εκδημοκρατισμό των ψηφιακών μέσων σχεδίασης και παραγωγής, τα οποία έχουν την δυνατότητα να περάσουν την οικονομία στο επόμενο επίπεδο μετά την βιομηχανία των υπηρεσιών γραφείου.

Εμπορική Μελέτη Περίπτωσης

Πριν ο προγραμματισμός της διάδρασης αποκτήσει ένα πρωταγωνιστικό ρόλο στην έρευνα και την βιομηχανία, η επιτυχία ενός προϊόντος μπορούσε συνήθως να μετρηθεί από την πωλήσεις που έκανε ή από τις καλές κριτικές. Η άνοδος του προγραμματισμού της διάδρασης προσθέτει νέες μετρικές όπως η συμμετοχή των χρηστών στην επέκταση του αρχικού προϊόντος. Στον χώρο της ψυχαγωγίας μέσω υπολογιστή μια από τις πιο επιτυχημένες περιπτώσεις είναι αυτή του Minecraft, στο οποίο οι χρήστες-παίκτες είναι αυτοί που κατασκευάζουν το περιβάλλον του παιχνιδιού.



Figure 8: Η ιδέα να υπάρχουν πίστες από τους τελικούς χρήστες δεν είναι καινούρια και έχει δοκιμαστεί με επιτυχία σε αρκετά παιχνίδια ως πρόσθετη λειτουργία. Το Minecraft είναι σχεδιασμένο από την αρχή με σκοπό οι τελικοί χρήστες να σχεδιάζουν τον εικονικό κόσμο.

Η έμφαση στην κατασκευή του εικονικού κόσμου του παιχνιδιού από τους τελικούς χρήστες βασίζεται σε μια συμμετοχική φιλοσοφία που είναι εντελώς διαφορετική από την παροχή μιας προκάτ εμπειρίας, που είναι το σύνθημα στα περισσότερα βιντεοπαιχνίδια. Οι δημιουργοί του Minecraft αναγνωσαν έγκαιρα την ανάγκη των χρηστών για μεγαλύτερη δυνατότητα προσωπικής έκφρασης μέσα από τις ψηφιακές δραστηριότητες τους. Εκτός από την συμμετοχή των χρηστών στην κατασκευή των εικονικών κόσμου του παιχνιδιού, οι κατασκευαστές του Minecraft έχουν προχωρήσει ένα βήμα παρακάτω στην διευκόλυνση της ανάπτυξης επεκτάσεων (Modifications ή Mods) που αλλάζουν την συμπεριφορά του παιχνιδιού ή προσθέτουν λειτουργίες. Μια από τις πιο ενδιαφέρουσες λειτουργίες προσθέτει την δυνατότητα της εκμάθησης προγραμματισμού για τον υπολογιστή. Με δεδομένη την εμβύθιση των χρηστών στο σύστημα διάδρασης του Minecraft η ελπίδα είναι ότι η εκμάθηση του προγραμματισμού υπολογιστών μπορεί να κινητοποιηθεί από το ίδιο μέσο, με σκοπό την κατασκευή νέων συμπεριφορών για τον κόσμο του Minecraft.

Η ενεργή συμμετοχή των χρηστών στην κατασκευή παιχνιδιών δεν είναι κάτι νέο, ούτε ήταν το Minecraft η πρώτη ανάλογη περίπτωση. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 η δημοφιλής σειρά βίντεο-παιχνιδιών Doom έδινε την δυνατότητα στους χρήστες να κατασκευάσουν τις δικές του πίστες. πράγμα που κρατούσε το ενδιαφέρον τους για περισσότερο καιρό. Στην δυνατότητα mods του Minecraft και ειδικά στην ευελιξία που δίνουν



Figure 9: Η ευελιξία και η επεκτασιμότητα του Minecraft δεν σταματάνε μόνο στην δυνατότητα της κατασκευής του σκηνικού της δράσης, αλλά επεκτείνονται και στην δυνατότητα προγραμματισμού της συμπεριφοράς και δημιουργίας νεών αντικειμένων

για να εξυπηρετήσει διαφορετικούς σκοπούς, βλέπουμε την διαφορετική φιλοσοφία απέναντι στην ιδιοκτησία που έχουν οι εταιρείες του διαδικτύου σε σχέση με τις παλιότερες εταιρείες κατασκευής παιχνιδιών, οι οποίες ήθελαν να έχουν όσο γίνεται μεγαλύτερο έλεγχο τόσο στους χαρακτήρες όσο και στο εικονικό περιβάλλον του παιχνιδιού, ενώ πολλές φορές είχαν κάνει την πρόσβαση στα βίντεο-παιχνίδια τους δύσκολη σε μια προσπάθεια να αποτρέψουν την παράνομη αντιγραφή.

Η ίδια η ιστορία της ανάπτυξης του Minecraft έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και πέρα από την φύση της διάδρασης, η οποία, όπως είδαμε παραπάνω, βασίζεται στην συμμετοχή των χρηστών, τόσο στο περιεχόμενο του παιχνιδιού όσο και στην επέκταση της ίδιας της συμπεριφοράς του με mods. Η αρχική ανάπτυξη του παιχνιδιού έγινε από έναν μόνο έμπειρο κατασκευαστή, ο οποίος άφησε την θέση υπαλλήλου που είχε σε εταιρεία ανάπτυξης βίντεο-παιχνιδιών για να υλοποιήσει τις δικές του ιδέες. Η έμπνευση ήρθε από την ενασχόληση με βίντεο-παιχνίδια από μικρούς ανεξάρτητους παραγωγούς, οπότε δημιουργήθηκε η πρώτη έκδοση ενός παιχνιδιού όπου ο χρήστης μπορούσε να τοποθετήσει και αντικείμενα σε χώρο τριών διαστάσεων. Στην συνέχεια πρόσθεσε την δυνατότητα κατασκευής από πολλούς χρήστες καθώς και εχθρούς. Από εκεί και πέρα, η δημοσιότητα ήρθε από μόνη όταν οι χρήστες του παιχνιδιού άρχισαν να δημιουργούν όμορφες κατασκευές. Βλέπουμε λοιπόν, ότι η προσωπική έκφραση μέσω του υπολογιστή, στην περίπτωση του Minecraft, δεν είναι

μόνο ένα προνόμιο δημιουργού αλλά και όλων των τελικών χρηστών που έτσι νοιάθουν το παιχνίδι “δικό τους.”

Ερευνητική Μελέτη Περίπτωσης

Η γραφική επιφάνεια εργασίας όπως είναι διαθέσιμη σε πολλούς εμπορικούς επιτραπέζιους υπολογιστές λίγο διαφέρει από αυτήν που είχε και υπολογιστής Xerox Star που δημιουργήθηκε στο ερευνητικό κέντρο PARC. Η γραφική επιφάνεια εργασίας σε συνδυασμό με το ποντίκι και το πληκτρολόγιο αποτελεί ένα ιδιαίτερα αποδοτικό τρόπο εργασίας με επεξεργαστές κειμένου, φύλλα εργασίας, και προγράμματα επεξεργασίας εικόνας και γραφικών. Δεν είναι τυχαίο ότι η δημιουργία της γραφικής επιφάνειας εργασίας έγινε από το ερευνητικό κέντρο PARC της εταιρείας XEROX κατά την διάρκεια μελέτης και αυτοματοποίησης της εργασίας σε εκδοτικούς οργανισμούς. Αξίζει να μελετήσουμε λίγο πιο προσεκτικά τα χαρακτηριστικά του Star γιατί θα καταλάβουμε καλύτερα τους λόγους που η γραφική επιφάνεια εργασίας έχει αυτήν την μορφή και όχι κάποιαν άλλη μορφή που θα ήταν αποδεκτή αν το πλαίσιο ανάπτυξης και οι ανάγκες των χρηστών ήταν διαφορετικές.

Τα βασικά συστατικά της γραφικής επιφάνειας εργασίας υπήρχαν από προηγούμενες ερευνητικές και εμπορικές προσπάθειες (π.χ., ποντίκι, ηλεκτρονική επεξεργασία κειμένου σε οθόνη), αλλά ήταν το Xerox Star ο πρώτος υπολογιστής που ολοκλήρωνε τις κατακερματισμένες προσπάθειες σε μια χρήσιμη και εύχρηστη συσκευή. Η κινητήριος δύναμη αυτής της δημιουργικής και ολοκληρωμένης σύνθεσης ήταν η ανθρωποκεντρική σχεδίαση και ανάπτυξη του συστήματος Star με έμφαση στις ανάγκες ενός πελάτη, ο οποίος ήταν ένας εκδοτικός οίκος που έκανε γλωσσική επιμέλεια και σελιδοποίηση εγγράφων και βιβλίων. Για τον σκοπό αυτό, οι ερευνητές έκαναν παρατήρηση του τρόπου εργασίας σε ένα γραφείο της εποχής που διαχειρίζεται έγγραφα. Με αυτόν τον τρόπο διαπίστωσαν, ότι υπάρχει ανάγκη για εύκολη επεξεργασία και αποθήκευση ενός εγγράφου που περιέχει πολυμεσικά στοιχεία, καθώς και διαμοιρασμού του με άλλους. Οι παραπάνω προδιαγραφές που προέκυψαν από τις ανάγκες των χρηστών σε συνδυασμό με το πλαίσιο χρήσης (γραφείο εκδοτικού οργανισμού) οδήγησε στην δημιουργία της γραφικής επιφάνειας εργασίας.

Η γραφική επιφάνεια εργασίας είναι μια συμπαγής και συνεπής σύνθεση από επιμέρους στοιχεία διάδρασης. Συνήθως η γραφική επιφάνεια εργασίας αναφέρεται και ως μοντέλο Windows Icons Menus Pointer (WIMP), γιατί τα βασικά της στοιχεία είναι τα παράθυρα, τα εικονίδια, τα μενού, και ο δείκτης. Τα παράθυρα αντιπροσωπεύουν έγγραφα της ίδιας ή διαφορετικών εφαρμογών, τα εικονίδια αντιπροσωπεύουν εφαρμογές, φακέλους, και αρχεία, ενώ τα μενού επιτρέπουν ενέργειες πάνω σε αντικείμενα ή αλλαγή της κατάστασης μιας εφαρμογής. Ο δείκτης επιτρέπει την πλοϊγή ανάμεσα σε παράθυρα, εικονίδια και μενού,

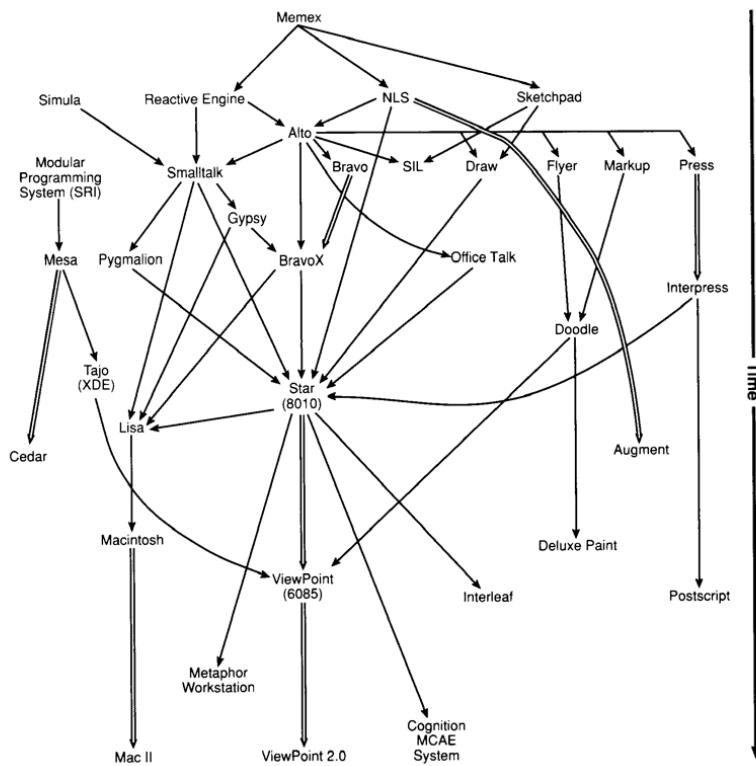


Figure 10: Το γενεαλογικό δέντρο του Xerox Star περιέχει σημαντικούς προγόνους (π.χ., Memex, NLS, Sketchpad) καθώς και εξίσου σημαντικούς απογόνους (Macintosh), με τα περισσότερα στοιχεία της διάδρασης (π.χ., γραφική επιφάνεια εργασίας, απευθείας χειρισμός, κτλ) να παραμένουν τα ίδια για δεκαετίες

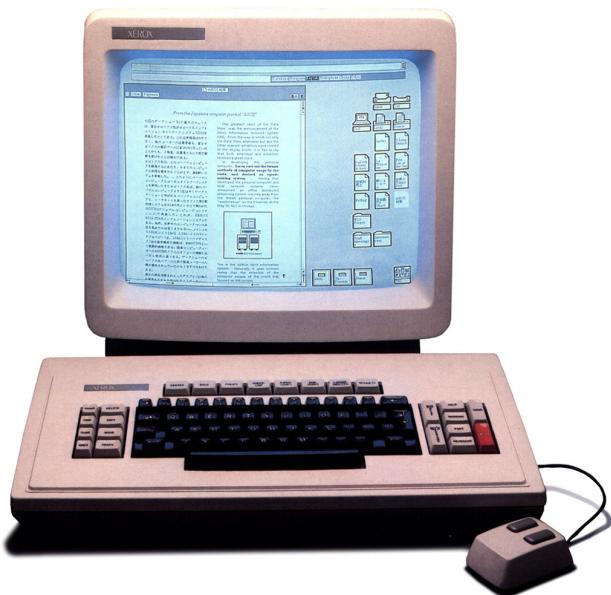


Figure 11: Ο επιτραπέζιος υπολογιστής με πληκτρολόγιο, ποντίκι, και γραφική επιφάνεια εργασίας (παράθυρα, εικονίδια, φάκελοι) που δημιουργήθηκε από την Xerox στα τέλη της δεκαετίας του 1970 λίγο διαφέρει από τον μοντέρνο επιτραπέζιο υπολογιστή

καθώς και την επιλογή αντικειμένων. Ο δείκτης συνήθως ελέγχεται από ένα ποντίκι αλλά αυτό δεν είναι η μόνη πιθανή συσκευή εισόδου, αφού ένας δείκτης μπορεί επίσης να ελέγχεται από διαφορετικές συσκευές εισόδου όπως είναι μια πένα ή ακόμη και απευθείας με την αφή. Σε κάθε περίπτωση αυτό που είναι σημαντικό στην γραφική επιφάνεια εργασίας είναι να έχουμε απευθείας χειρισμό των στοιχείων της από τον δείκτη. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά τα συναντάμε με διαφορετική αισθητική και μικρές παραλλαγές σε εναλλακτικά λειτουργικά συστήματα με γραφική επιφάνεια εργασίας.



Figure 12: Το ερευνητικό σύστημα NLS (oN-Line System) του Stanford Research Institute (SRI) ήταν η πρώτη φορά όπου τα συστήματα εισόδου και εξόδου του χρήστη είχαν ενδιάμεσα επίπεδα αφαιρετικότητας, τα οποία επέτρεπαν τον έλεγχο διαφορετικών τύπων πληροφορίας (π.χ., κειμένου και γραφικών) καθώς και διαφορετικών συνθέσεων και οργανώσεων τους, από μια συσκευή εισόδου όπως το ποντίκι.

Βλέπουμε λοιπόν ότι αυτό που ονομάζουμε γραφική επιφάνεια εργασίας είναι το αποτέλεσμα της δημιουργικής ολοκλήρωσης από προηγούμενες τεχνολογίες για την εξυπηρέτηση των αναγκών δεδομένης ομάδας χρηστών. Εχοντας αναλύσει παραπάνω για την πλευρά των χρηστών, που ήταν εργαζόμενοι γραφείου, κυρίως σε εκδοτικούς ή σχετικούς οργανισμούς, θα αναλύσουμε την πλευρά της τεχνολογίας, η οποία έχει

βασιστεί σε προηγούμενα έργα. Ανάμεσα στις πολλές επιρροές του Xerox Star, η σημαντικότερη είναι η υοθέτηση της συσκευής εισόδου ποντίκι, και κυρίως ο τρόπος με τον οποίο ο δείκτης του ποντικιού επιτρέπει την διάδραση με μια αφαιρετική αναπαράσταση της πληροφορίας σε μια οθόνη. Η σημασία αυτής της τεχνολογικής καινοτομίας μπορεί να γίνει κατανοητή αν αναλογιστούμε ότι μέχρι τότε η χρήση του υπολογιστή βασιζόνταν στην στενή σύνδεση της εισόδου με την έξοδο για τον χρήστη, αφού για παράδειγμα είχαμε κείμενο σε οθόνη κειμένου, τα οπία διαχειρίζομαστε μόνο με το πληκτρολόγιο, χωρίς να υπάρχουν ενδιάμεσα επίπεδα αφαιρετικότητας του είδους της πληροφορίας. Από τα παραπάνω κατανοούμε ότι, τελικά, η συνεισφορά του υπολογιστή Star ήταν πολύ μεγαλύτερη από την αλλαγή του τρόπου που κάνουμε αυτό που λέμε δουλειά γραφείου, αφού η ιστορία ανάπτυξης του δείχνει την μέθοδο, τα εργαλεία, και τους κανόνες, για να σχεδιάσουμε και να κατασκευάσουμε νέους τρόπους διάδρασης με τον υπολογιστή.

Σχετική βιβλιογραφία

- Beaudouin-Lafon, M. (2004, May). Designing interaction, not interfaces. In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces (pp. 15-22). ACM.
- Bolter, J.D., Grusin, R. (2000). Remediation: Understanding New Media. The MIT Press.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: defining gamification. In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments (pp. 9-15). ACM.
- Paul Dourish. (2004). Where the action is: the foundations of embodied interaction. MIT press.
- Graham, P. (2004). Hackers and Painters: Big Ideas from the Computer Age. O'Reilly Media
- Johnson, J., Roberts, T. L., Verplank, W., Smith, D. C., Irby, C. H., Beard, M., & Mackey, K. (1989). The xerox star: A retrospective. Computer, 22(9), 11-26.
- Guzdial, M.J., Ericson, B. (2013). Introduction to Computing and Programming in Python, 3rd edition, Prentice Hall
- Malone, T. W. (1982, March). Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games. In Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems (pp. 63-68). ACM.
- Noble, J. (2012). Programming Interactivity. O'Reilly.
- Reas, C., & Fry, B. (2007). Processing: a programming handbook for visual designers and artists (Vol. 6812). Mit Press.

Samuelson, P. (1989). Why the look and feel of software user interfaces should not be protected by copyright law. *Communications of the ACM*, 32(5), 563-572.

Samuelson, P., Davis, R., Kapor, M. D., & Reichman, J. H. (1994). A manifesto concerning the legal protection of computer programs. *Columbia Law Review*, 2308-2431.

Scott Rosenberg (2008). *Dreaming in Code: Two Dozen Programmers, Three Years, 4,732 Bugs, and One Quest for Transcendent Software*. Three Rivers Press

Thimbleby, H. (2008). *Press On:Principles of Interaction Programming*. MIT Press

Μέθοδος

"Getting the design right and the right design", Bill Buxton

Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση έχει στόχο την σχεδίαση και βελτίωση των συστημάτων διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Οι περισσότερες τεχνικές και κυρίως η πρακτική εφαρμογή τους δίνουν έμφαση στην βελτίωση συστημάτων που υπάρχουν ή συστημάτων που βρίσκονται στο στάδιο της σχεδίασης. Η βελτιστοποίηση ενός συστήματος είναι ένα σημαντικό θέμα, αλλά δεν είναι τόσο σημαντικό όσο να αποκτήσουμετην αυτοπεποιθηση της καταλληλότητας των προδιαγραφών του. Για αυτόν τον σκοπό, τόσο αυτό το κεφάλαιο όσο και τα υπόλοιπα κεφάλαια του βιβλίου εστιάζουν περισσότερο στον επανάληψη των βημάτων, παρά στα βήματα που συνιστούν τον κύκλο της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης.

Ισως έχετε συναντήσει ξανά τον όρο της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή με έμφαση στην μοντελοποίηση του χρήστη και με σκοπό την αυτοματοποίηση των διεργασιών του. Σε αυτήν την ενότητα η έμφαση δεν είναι στην μοντελοποίηση των δεξιοτήτων και της συμπεριφοράς του χρήστη, αλλά ούτε και στην αυτοματοποίηση των δραστηριοτήτων του (έμμεση διάδραση). Η έμφαση της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης σε αυτήν την ενότητα είναι στην σχεδίαση και υλοποίηση της διάδρασης με συσκευές χρήστη για τις περιπτώσεις όπου απαιτείται η ενεργή συμβολή του χρήστη (άμεση διάδραση).

Στα προηγούμενα είδαμε τι είναι η διάδραση με συσκευές και ποιες μορφές έχει πάρει τα τελευταία χρόνια. Εδώ θα μελετήσουμε πως θα σχεδιάσουμε την διάδραση. Αν και μας ενδιαφέρει η σχεδίαση των συστημάτων διάδρασης, θα εστιάσουμε περισσότερο στην σχεδίαση της διάδρασης μεταξύ ανθρώπου και συσκευής, με την έννοια ότι αυτή η διάδραση εξαρτάται εξίσου και από την αντίληψη που έχει ο άνθρωπος για την συσκευή, όσο και από τις λειτουργίες και εμφάνιση της αντίστοιχης συσκευής. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η λεπτομερής σχεδίαση της διάδρασης πριν την υλοποίηση των αντίστοιχων λειτουργιών του συστήματος εκτός από αποτελεσματικότερη διάδραση μπορεί να προσφέρει μειωμένο κόστος και χρόνο ανάπτυξης. Η επαναληπτική σχεδίαση, κατασκευή και αξιολόγηση πρωτοτύπων επιτρέπει την οικονομική και γρήγορη απόρριψη ιδεών που δεν είναι αποτελεσματικές. Η ανάπτυξη αυτής της δεξιότητας, της σχεδίασης της διάδρασης, αν και φαίνεται κοινή λογική δεν είναι πάντα εύκολη στην πράξη, αλλά μαθαίνεται μόνο μέσα από την εμπειρία, και ειδικά μέσα από την δοκιμή και την επανάληψη, όπως για παράδειγμα μαθαίνει κάποιος να γράφει κείμενο ή να ζωγραφίζει.

Η διαδικασία της κατασκευής της διάδρασης είναι ένας κύκλος επανάληψης που είναι πολύ δύσκολο να προσδιορίσουμε πότε ακριβώς αρχίζει και πότε τελειώνει, ακόμα και για τα προϊόντα που είναι σε ευρεία χρήση, αφού αυτή

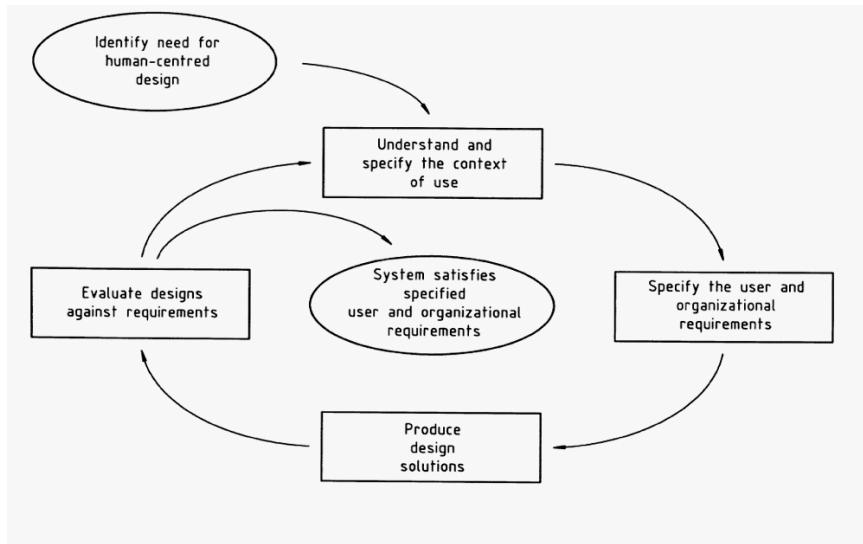


Figure 1: Ο κύκλος της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης θεωρεί δεδομένο ότι οι ανθρώπινες ανάγκες είναι ένας κινούμενος στόχος, αλλά για πρακτικούς λόγους κάποια σχεδίαση κλειδώνει και βγαίνει ως μια έκδοση

η ίδια η χρήση τους επαναπροσδιορίζει την φύση τους σε ένα αέναο κύκλο. Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι δλα αυτά δεν είναι καθόλου νέα, και ότι όλες οι παραδοσιακές βιομηχανίες (π.χ., κτήρια, αυτοκίνητα) σταδιακά μετασχηματίζονται για να εξυπηρετήσουν τους χρήστες τους. Αυτό είναι αλήθεια, αλλά οι αλλαγές που συνήθως συμβαίνουν σε όλες τις παραπάνω βιομηχανίες είναι τόσο αργές και σταδιακές χρονικά και τόσο προσθετικές (ή απλά εξελικτικές) δομικά, όπου και πάλι αναδεικνύεται αυτή η ιδιαιτερότητα της κατασκευής της διάδρασης σε σχέση με τις πολύ συγγενείς περιοχές, αυτήν την φορά αναφορικά με την διαδικασία κατασκευής. Τα τρία βασικά στάδια της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης (κατανόηση των αναγκών του χρήστη, εναλλακτικά σχέδια και κατασκευή πρωτοτύπου, αξιολόγηση των πρωτοτύπων με τους χρήστες) εκτελούνται κυκλικά και άρα η επανάληψη βρίσκεται στον πυρήνα της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης της διάδρασης.

Ιστορικό και πολιτισμικό πλαισίο της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης

Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή δεν είναι κάτι καινούριο. Αν μάλιστα θεωρήσουμε και τις δράσεις που έχουν συμβεί έξω από την επιστημονική κοινότητα μπορούμε να δούμε ότι είναι τόσο παλιά όσο παλιά είναι η προσπάθεια κάποιων κατασκευαστών να

φτιαέουν μηχανές και εργαλεία τα οποία θα βασίζονται στις δυνατότητες και δεξιότητες του ανθρώπου. Ισως το πιο ενδιαφέρον παράδειγμα από το μακρύνο παρελθόν είναι το σφυρί, το οποίο ήταν μια πέτρα στην άκρη ενός ξύλου, πράγμα που βελτίωσε πάρα πολύ την ευχρηστία της πέτρας, την οποία μέχρι τότε έπρεπε οι ανθρώποι να την χρησιμοποιήσουν κρατώντας την. Αντίστοιχα, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι και η διαδικασία της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης δεν είναι κάτι καινούριο αφού η δοκιμή και το σφάλμα είναι μια σχεδόν διαισθητική δραστηριότητα που συμβαίνει σε κάθε διαδικασία ανάπτυξης προϊόντος. Η διαφορά είναι ότι η περιοχή της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή έχει καταγράψει μια περισσότερο συστηματική μεθοδολογία για την παραπάνω διαδικασία που μέχρι τότε συναίβαινε περισσότερο ως αυτοσχεδιασμός παρά συστηματικά.

Στο πρόσφατο παρελθόν, η αρχή της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης εντοπίζεται στην περιοχή της εργονομίας (ergonomics and human factors), η οποία έχει έμφαση στις σωματικές δυνατότητες του ανθρώπου για κίνηση. Στην περίπτωση της εργονομίας η ανθρωποκεντρική σχεδίαση έχει σημαντικό σύμμαχο την σχετικά καλώς ορισμένη διάκυμανση των μετρικών που χαρακτηρίζουν το ανθρώπινο σώμα και τις κινήσεις του. Στην πορεία, ήρθε να προστεθεί κα η περιοχή της γνωστικής επιστήμης που έχει έμφαση στις γνωστικές δυνατότητες του ανθρώπου για αντίληψη και επεξεργασία πληροφορίας. Στην περίπτωση της γνωστικής επιστήμης, αν και γίνονται επαναλληπτικά πειράματα επιβεβαίωσης είναι σίγουρα πιο δύσκολο να θεμελιωθεί μια θεωρία με βεβαιότητα αφού τις λειτουργίες της σκέψης τις αντιλαμβανομάστε έμμεσα και όχι άμεσα. Στους παραπάνω βασικούς πυλώνες (γνωστική επιστήμη και εργονομία) ήρθε να προστεθεί πιο πρόσφατα και η συναισθηματική ή αισθητική διάσταση της σχεδίασης για τον ανθρώπο, η οποία έχει τις ρίζες της στις περιοχές της γραφιστικής και των εφαρμοσμένων τεχνών. Επίσης, η καλύτερη κατανοήση της διάδρασης του χρήστη με συσκευές επεκτείνεται και στην ανθρώπινη ψυχολογία αφού στην πράξη είναι αδύνατο να διαχωρίσουμε την λογική από το συναίσθημα (π.χ., οι χρήστες μερικές φορές θεωρούν μια όμορφη διάδραση ως πιο εύχρηστη αν και μπορεί να μην είναι τουλάχιστον όταν την μετράμε με αντικειμενικά κριτήρια, όπως ο χρόνος).

Ηέμφαση της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης δεν είναι απλά η βελτιστοποίηση αλλά κυρίως η εύρεση των ιδιοτήτων μιας σχεδίασης. Αρχικά, οι περισσότερες μελέτες έδιναν έμφαση στην ακρίβεια της μεθόδου με στόχο την βελτιστοποίηση μια λειτουργίας ή μιας σχεδίασης. Την δεκαετία του 1990, οι δοκιμές ευχρηστίας και οι ποσοτικές μέθοδοι ήταν πολύ δημοφιλείς και είχαν στόχο να βελτιστοποιήσουν τον τρόπο που λειτουργούσαν οι προδιαγραφές. Σταδιακά διαπιστώθηκε ότι σε πολλές περιπτώσεις οι κατασκευαστές αν και δύντας βελτίωναν μια σχεδίαση, δεν δουλεύαν πάνω στην σχεδίαση που ήταν αποδεκτή από τους χρήστες. Την δεκαετία του 2000, σταδιακά οι κατασκευαστές της διάδρασης άρχισαν να δίνουν έμφαση στην ίδια την αποδοχή της αρχικής σχεδίασης και έτσι οι ποιοτικές μέθοδοι έγιναν περισσότερο δημοφιλείς. Στην πράξη, η κατασκευή της



Figure 2: Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση είναι μια προσπάθεια να γεφυρώσουμε το χάσμα ανάμεσα σε αυτό που μπορεί σχετικά εύκολα να κάνει ο άνθρωπος και σε αυτό που έχει άναγκη να κάνει

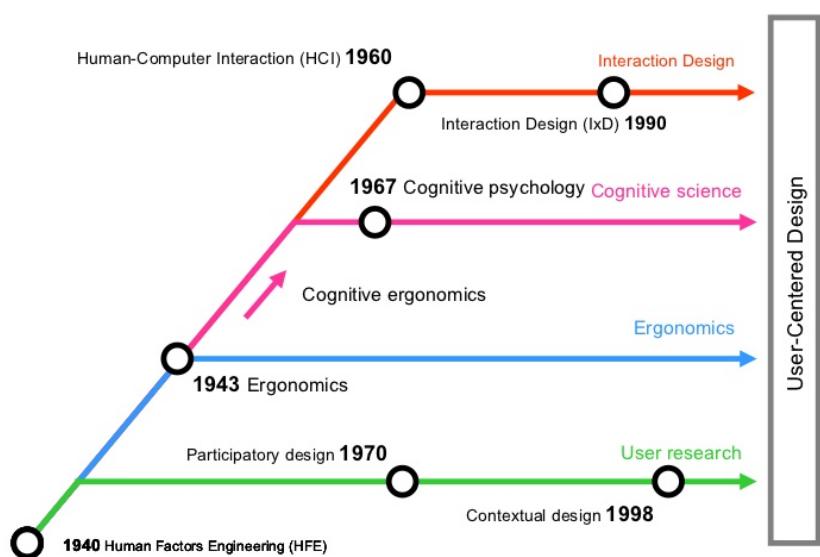


Figure 3: Η ανθρωποκεντρική σχεδίαση είναι μια ευρύτατη περιοχή που συνδυάζει τόσο την τεχνολογία και τις εφαρμοσμένες τέχνες, όσο και τις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες.

διάδρασης χρησιμοποιεί περισσότερο διερευνητικές τεχνικές κατά το πρώτο στάδιο της κατανόησης των αναγκών με πρωτότυπα χαμηλής πιστότητας και περνάει σε περισσότερο ποσοτικές μεθόδους μετά την κατασκευή του πρωτοτύπου υψηλής πιστότητας κατά την φάση της αξιολόγησης με χρήστες.



Figure 4: Στο λογισμικό διάδρασης η έννοια της έκδοσης βήτα (beta) έχει χάσει την αρχική της σημασία, με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα το Google Mail, το οποίο έφερε την ετικέτα βήτα για περισσότερο από πέντε χρόνια και ενώ είχε ήδη περισσότερα από εκατό εκατομύρια χρήστες

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές κατασκευής πρωτοτύπου ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης και το είδος ενός νέου προϊόντος. Τα τμήματα έρευνας και ανάπτυξης εντοπίζουν νέες ανάγκες, κατασκευάζουν πρωτότυπα, και κάνουν δοκιμές με τους χρήστες, πριν καταλήξουν στο τελικό προιόν. Η κατασκευή πρωτοτύπου είναι μια ενέργεια που κάνουν όλες οι εταιρείες αλλά διαφέρει ανάλογα με το είδος του προϊόντος και την οργάνωση της εταιρείας. Για παράδειγμα μια μεγάλη εταιρεία συνήθως έχει σαφώς ορισμένες διαδικασίες κατασκευής πρωτοτύπων που καθορίζουν τον αριθμό των πρωτοτύπων που φτιάχνονται για κάθε έκδοση του προϊόντος, καθώς και τις προδιαγραφές του, ενώ οι μικρές καινοτομικές εταιρείες χρησιμοποιούν το ίδιο το πρωτότυπο ως προδιαγραφές. Ακόμη, μπορεί να υπάρχουν διαφορές στα εργαλεία και υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του πρωτοτύπου ανάλογα με το είδος του προϊόντος. Για παράδειγμα, στην αυτοκινητοβιομηχανία ξεκινάνε με σχεδιαγράμματα, συνεχίζουν με σχέδια 3D στον υπολογιστή και καταλήγουν στην κατασκευή απτών πρωτοτύπων. Στην κατασκευή έχουν πολλές κινητά τηλεφώνων χρησιμοποιούν όλες αυτές τις τεχνικές ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του προϊόντος. Ειδικά στην περίπτωση της κατασκευής λογισμικού

διάδρασης η διάκριση ανάμεσα στο πρωτότυπο και στο τελικό προϊόν είναι πολλές φορές δυσδιάκριτη αφού πολλά από τα πρωτότυπα γίνονται προϊόντα, ενώ τα προϊόντα με την σειρά τους αποτελούν πρωτότυπα για την επόμενη έκδοση του προϊόντος.

Εντοπισμός των αναγκών

Για να μπορέσουμε να κατανοήσουμε την διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή θα πρέπει να κατανοήσουμε πρώτα τις ιδιότητες του ανθρώπου καθώς και αυτές του υπολογιστή. Η κατασκευή ενός διαδραστικού συστήματος υπολογισμού βασίζεται σε προδιαγραφές που εκφράζουν τις ανάγκες που εξυπηρετεί. Με την σειρά τους αυτές οι ανάγκες καταγράφονται αναφορικά με τις δεξιότητες του ανθρώπου, του υπολογιστή, καθώς και αναφορικά με τις ιδιότητες της μεταξύ τους διάδρασης.

Η σχεδίαση της διάδρασης λοιπόν δεν είναι η σχεδίαση της εμφάνισης και των λειτουργιών μιας συσκευής ή ενός συστήματος συσκευών και υπηρεσιών αλλά κάτι συνολικότερο, το οποίο λαμβάνει υπ' όψιν του τον τρόπο που οι άνθρωποι σκέφτονται και επιτελούν τις εργασίες τους. Επίσης, οι συσκευές που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι είναι κάτι περισσότερο από τα συστήματα εισόδου και εξόδου, οπότε η σχεδίαση πρέπει να εξετάσει ένα ολόκληρο οικοσύστημα το οποίο αποτελείται από τεκμηρίωση, υποστήριξη, εκπαίδευση, και διαδικασίες. Επομένως, υπάρχουν περιπτώσεις όπου η μελέτη της συνολικής υπάρχουσας κατάστασης μπορεί να δείξει ότι δεν απαιτείται κάποιο νέο τεχνολογικό σύστημα, αλλά απλά μια αναδιάταξη ή βελτίωση των επιμέρους τμημάτων αυτού του οικοσυστήματος. Για αυτόν τον λόγο, θεωρείται σκόπιμο να θεωρήσουμε ότι δεν σχεδιάζουμε απλά την διάδραση με μια συσκευή ή ένα σύστημα, αλλά κάτι ευρύτερο, δηλαδή μια παρέμβαση στον τρόπο που ένας οι περισσότεροι άνθρωποι εκτελούν διαδικασίες, είτε αυτές είναι εργασιακές, είτε ψυχαγωγικές. Σε αυτό το πλαίσιο, η ερώτηση που θα μας απασχολήσει σε αυτό το κεφάλαιο είναι: "τι είναι η σχεδίαση της διάδρασης, ως διαδικασία?"

Σχεδιαστικές οδηγίες και κανόνες

Ο στόχος της σχεδίασης διαδραστικών συστημάτων είναι η μεγιστοποίηση της ευχρηστίας τους. Σε αυτήν την ενότητα θα μελετήσουμε κανόνες σχεδίασης που βασίζονται σε προηγούμενη θεωρία ή/και εμπειρία. Υπάρχει μια σειρά κανόνων σχεδίασης οι οποίοι μπορούν να μας βοηθήσουν στον καθορισμό εύχρηστων διαδραστικών συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων αφηρημένων βασικών αρχών, οδηγιών και άλλων ζητημάτων σχεδίασης.

Οι σχεδιαστικές οδηγίες (design guidelines) είναι συλλογές συμβουλών για τους σχεδιαστές διεπαφών χρήστη οι οποίες είναι απαραίτητες, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το τελικό προϊόν θα είναι φιλικό

προς το χρήστη. Αρκετά βιβλία και τεχνικές αναφορές περιέχουν μεγάλους καταλόγους από σχεδιαστικές οδηγίες. Αυτές διαιρούνται σε υποκατηγορίες με πιο εξειδικευμένες οδηγίες σχεδίασης. Οι περισσότερες έρευνες και προτάσεις που έχουν γίνει πάνω στις σχεδιαστικές οδηγίες αφορούν τα “κλασικά” συστήματα υπολογιστών (επιτραπέζιος, κινητός υπολογιστής) που χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα. Όμως η ραγδαία ανάπτυξη του διάχυτου υπολογισμού τα τελευταία χρόνια, προκάλεσε μια έκρηξη στη ζήτηση αντίστοιχων συσκευών.

Οπως αναφέρθηκε και παραπάνω οι σχεδιαστικές οδηγίες για τις συσκευές διάχυτου υπολογισμού βρίσκονται σε πρώιμο στάδιο. Η πρόταση μας για να αναπτύξουμε ένα ολοκληρωμένο σύνολο σχεδιαστικών οδηγιών για μια νέα HMI είναι να ακολουθείται μια διαδικασία τριών βημάτων: Καταρχάς αξιολόγηση μιας πολύ απλής αρχικής σχεδίασης ενός τέτοιου συστήματος, έτσι ώστε να “αναδυθούν” τα προβλήματα που υπάρχουν. Στη συνέχεια ορισμός συγκεκριμένων design guidelines που θα βοηθήσουν να ξεπεράσουμε τα προβλήματα που εντοπίστηκαν προηγουμένως. Τέλος επανασχεδιασμός του συστήματος βασισμένος στο προηγούμενο σύνολο οδηγιών. Ιδιαίτερα θα πρέπει να ακολουθήσει έλεγχος με πραγματικούς χρήστες για να καθοριστεί πόσο χρήσιμες είναι εν τέλει οι guidelines στην επίλυση των αρχικών προβλημάτων.

Τεχνικές κατανόησης των αναγκών

εθνογραφία, παρατήρηση, σύγκριση και ανταγωνισμός, πολιτισμική διερεύνηση, έμπνευση και αυτοσχεδιασμός

Ανάμεσα στις πιο δημοφιλείς τεχνικές κατανόησης του χρήστη μπορούμε να ξεχωρίσουμε την εθνογραφία, η οποία ξεκίνησε από τις μελέτες των ανθρωπολόγων και προσαρμόστηκε στην σχεδίαση της διάδρασης. Εν συντομίᾳ, όπως οι ανθρωπολόγοι ενσωματώνουν τους εαυτούς τους στην καθημερινότητα πολύ διαφορετικών πολιτισμών, έτσι και οι σχεδιαστές των νέων διάχυτων H/Y, θα πρέπει είτε οι ίδιοι, είτε μέσω άλλων ειδικευμένων για αυτόν το σκοπό ερευνητών, να μπουν στην ρευστή καθημερινότητα των ανθρώπων για τους οποίους καλούνται να σχεδιάσουν νέα συστήματα διάδρασης, τα οποία μπορεί απλά να διευκολύνουν, να επαυξάνουν ακόμη και να αλλάξουν ριζικά τον τρόπο που ένας χρήστης ή ακόμη δυσκολότερα μια ομάδα ανθρώπων σκέφτονται, αποφασίζουν και δρουν σε ένα κόσμο που γίνεται αντιληπτός αλλά και επηρεάζεται από διάχυτους υπολογιστές. Αν και η εθνογραφική μέθοδος είναι μια δημοφιλής επιλογή στην σχεδίαση νέων συστημάτων, μοιράζεται αρκετές τεχνικές (π.χ. παρατήρηση) με άλλες μεθόδους, οπότε η βέλτιστη κατανόηση και χρήση της προϋποθέτει και την γνώση των συμπληρωματικών και πολλές φορές επικαλυπτόμενων μεθόδων (π.χ., συνεντεύξεις, ομάδες εστίασης, πολιτιστική διερεύνηση, κ.τ.λ.).

Η πολιτισμική διερεύνηση είναι από τις πιο απλές και δημοφιλείς τεχνικές

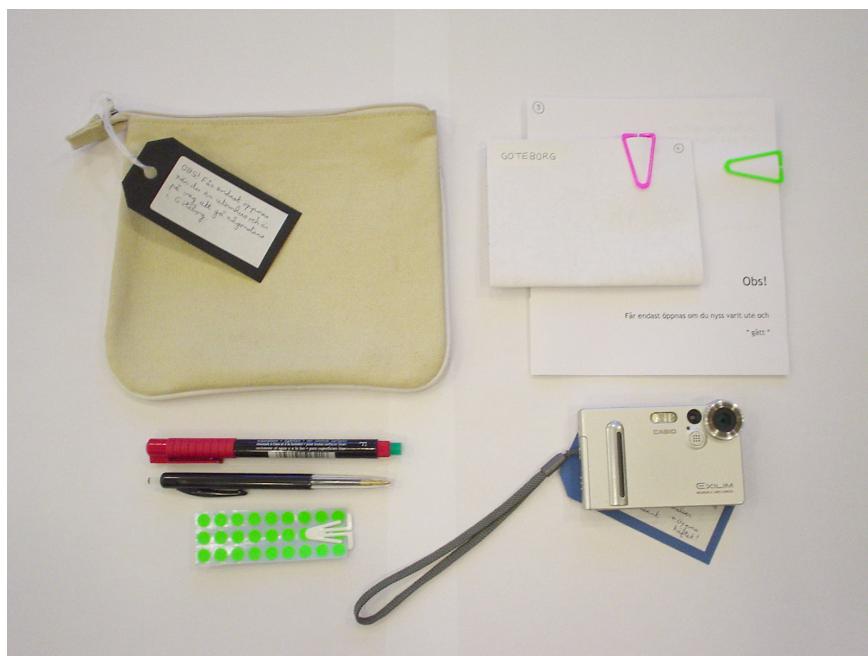


Figure 5: Η τεχνική της πολιτισμικής διερευνήσεις βασίζεται σε απλά αντικείμενα καθημερινής χρήσης (π.χ., φωτογραφική μηχανή, ημερολόγιο, σημειώσεις, κτλ) που μπορούν εύκολα να ενσωματώσουν στην ζωή τους ανθρώποι που συμμετέχουν στις αντίστοιχες έρευνες

για την καταγραφή της συμπεριφοράς που έχουν οι χρήστες και την έμμεση αποκάλυψη των αναγκών τους. Η πολιτισμική διερεύνηση βασίζεται στην αποστολή ενός φακέλου με αντικείμενα καθημερινής χρήσης, τα οποία έχουν απλές οδηγίες για τους χρήστες. Για παράδειγμα, ένας φάκελος πολιτισμικής διερεύνησης στα τέλη της δεκαετίας του 1990 συνήθως περιείχε μια φωτογραφική μηχανή μιας χρήσης, καθώς και την παρότρυνση να βγάλουν φωτογραφία κάποιο αγαπημένο αντικείμενο ή δραστηριότητα. Εκτός από την φωτογραφική μηχανή, ένα ακόμη δημοφιλές αντικείμενο είναι το ημερολόγιο, το οποίο ο χρήστης συμπληρώνει αναφορικά με τις δραστηριότητες του, όπως εκπομπές στην τηλεόραση και συναντήσεις με φίλους. Στο τέλος της χρονικής περιόδου ο φάκελος της πολιτισμικής διερεύνησης αποστέλεται στους ερευνητές, οι οποίοι χρησιμοποιούν τα περιεχόμενα του φακέλου (φωτογραφίες, αυτοκόλητα post-it, κτλ) στον χώρο σχεδίασης ώστε να μπουν καλύτερα στο κόσμο του χρήστη. Αν και τα περιεχόμενα του συμπληρωμένου φακέλου πολιτισμικής διερεύνησης δεν δείχνουν σχεδόν ποτέ σε κάποιες προδιαγραφές, το νόημα βρίσκεται περισσότερο στην καλύτερη εμβύθηση της ομάδας σχεδίασης στο κόσμο του χρήστη, έτσι ώστε τελικά οι προδιαγραφές που θα καθοριστούν να είναι συμβατές με το αντίστοιχο πλαισίο χρήσης του προϊόντος.



Figure 6: Η ανάλυση των αντικειμένων που επιστρέφουν οι χρήστες σε ένα φάκελο πολιτισμικής διερεύνησης δεν έχει σκοπό τον απευθείας καθορισμό των αναγκών τους, αλλά την δημιουργία ενός πλαισίου ώστε οι σχεδιαστές να δημιουργήσουν προδιαγραφές συμβατές με τον κόσμο που κινείται ο χρήστης

Εκτός από την τεχνική της πολιτισμικής διερεύνησης (cultural probes) που μελετήσαμε παραπάνω, άλλη μια τεχνική που είναι απλή, αποτελεσματική, και δημοφιλής για την κατανόηση των ανθρώπινων αναγκών είναι ο καθορισμός αντιπροσωπευτικών χρηστών (personas). Η τεχνική αυτή βασίζεται στην περιγραφή των ιδιοτήτων ενός χρήστη, όπως είναι τα δημογραφικά, οι προτιμήσεις, και οι συνήθειες του. Οι αντιπροσωπευτικοί χρήστες που παρουσιάνται στα personas μπορεί να είναι υπαρκτά πρόσωπα, αλλά μπορεί να είναι και φανταστικά πρόσωπα, τα οποία δύοιας ανταποκρίνονται σε κάποιες κατηγορίες χρήστη της εφαρμογής που αναπτύσσουμε. Τα personas κατασκευάζονται σε συνεργασία με τους τελικούς χρήστες της εφαρμογής και με δεδομένα που μαζεύονται από ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις. Τα personas χρησιμοποιούνται από την ομάδα ανάπτυξης σε συνδυασμό με την τεχνική του αφηγηματικού σεναρίου που θα δούμε στην επόμενη ενότητα της κατασκευής πρωτότυπου χαμηλής πιστότητας. Για την ακρίβεια, τα personas είναι συνήθως οι πρωταγωνιστές ή σημαντικοί ρόλοι στα σενάρια που περιγράφουν την διάδραση ανάμεσα στους χρήστες και στους υπολογιστές.

Open Video Digital Library Toolkit End-User Personas - Summary					
Name	Corbin Jendreau	John Gamble	Danielle Edgemont	Claire Lucas	Fred Harrington
Job Title	Video Producer	Researcher / Writer	Undergraduate	Associate Professor of Veterinary Medicine	Coach and Professor of Athletic Training
Age	33	72	20	61	49
Technical proficiency	User of the web: Searching on the web: Proficient Using digital video:	User of the web: Searching on the web: Novice Using digital video:	User of the web: Searching on the web: Experienced Using digital video:	User of the web: Searching on the web: Experienced Educated Novice Using digital video:	User of the web: Searching on the web: Educated Novice Using digital video:
Quote	"Looking for that gear of overcooked film that I can add into my documentary and make it sing."	"At my age, I'd rather not have to learn all about new-age technology just so I can study the past."	"I'm motivated, but need specific, low-cost tools and guidance to give me a framework to get started."	"My time is spread thin and my schedule makes it hard to attend my patient's needs."	"As physical educator, analyzing the body movements is critical for understanding."
Goals	Apart from appreciating any digital library from the perspective of a film buff, Corbin is always looking for new footage to work with. His craft often relies heavily on finding forgotten but talent footage or niche finds that no one else has. He also is interested in the digital library's ability to serve as a resource for his craft, which often draws away from Vancouver to conduct interviews or shoot new footage in the field.	John is now writing a novel about the early twentieth century, and he is very interested in using video to help him research in order to get an accurate sense not only of how people dressed, but also how they moved and behaved at that time. His particular challenge is that he is not a fan of reading books, and while he enjoys watching documentaries, it is not getting around is difficult for him. His son has encouraged him to use newer technologies to help him research because it would allow him to do more research without having to move around as much. John is a bit of a perfectionist and gets frustrated easily, has trouble with e-mail, and needs any digital research tool he can find to be extremely simple and intuitive.	Danielle recently discovered that her school had a moving images archive and she is interested in using the collection to see if there might be material available for her to use as part of her research project on the challenges of making. She thought it would be a fun idea to use video to help her students have any particular footage in mind, although she knows that she would like to use film as well. She is also interested in older footage from the college archives, and she would like to use it in her research. Danielle is a bit of a skeptic and light-headed as well as evoke a sense of awe and wonder in her students. She hopes to use the video to help her students and those who come before her.	Claire is interested in the potential of a Digital Library to assist her with her own research. She has been using images from the Web for adding details, but she believes that if it is possible and is safe to do so, she would like to use images from the Web for adding details. She would like to find at least some location that contains scenes shot in or in front of her dorm.	Fred has been using moving images (films and, more recently, VHS tapes) taught by his students to analyze cases. He has also used them in assignments – requiring students to analyze the action in the video and identify the anatomical and physical components (muscles, etc.) involved in the movement. He believes that movements as well as diagnose potential injuries can be better understood. He acknowledges that he's not very experienced with searching or videos, but he is willing to learn.
Hearing that the college has begun to digitize its archive of films and videos of sporting events, Fred thinks that he can find ways to use it for good in his assignments (with close-ups of athletic movements, for example) and make his students happy too.					
He hopes that he can set up space in the digital library for his classes without having to compete with the library or other technology people.					
Creator: Gary Galster Modified: July 13, 2006					

Figure 7: Η περιγραφή αντιπροσωπευτικών χρηστών (personas) επιτρέπει στους σχεδιαστές να μπουν στην θέση των χρηστών και σε συνδυασμό με τα τεκμήρια από την τεχνική της πολιτισμικής διερεύνησης δίνει μια εικόνα για τους χρήστες και τον κόσμο τους

Πέρα από τις παραπάνω συστηματικές προσεγγίσεις για την κατανόηση των αναγκών του χρήστη, υπάρχουν και περισσότερο δημιουργικές απόψεις, οι οποίες βασίζονται στον αυτοσχεδιασμό και στην έμπνευση. Για παράδειγμα, για αρκετές από της συσκευές διάδρασης της Apple δεν έχει γίνει συστηματική έρευνα των αναγκών του χρήστη, αλλά έχει χρησιμοποιηθεί η έμπνευση, η διαίσθηση, και η δημιουργικότητα της ομάδας σχεδίασης και της διοίκησης. Τόσο ο σχεδιασμός του iPod, όσο και ο σχεδιασμός του iPhone, έχουν στοιχεία διάδρασης που μέχρι τότε δεν είχαν εμφανιστεί σε κάποιο άλλο εμπορικό προϊόν, αλλά μπήκαν σε αυτά τα προϊόντα γιατί ο κατασκευαστής πίστευε ότι αυτό είναι που έχουν ανάγκη οι χρήστες. Είναι φανερό ότι μια τέτοια προσέγκυιση έχει πολύ μεγάλο ρίσκο αποτυχίας, ενώ απαιτεί και μεγάλα αποθέματα αυτοπεποίθησης, αλλά αν πετύχει τότε το αποτέλεσμα είναι ο νικητής να βρίσκεται πολύ μπροστά από τους ανταγωνιστές, οι οποίοι είναι αναγκασμένοι να επαναπροσδιορίσουν τις κατηγορίες προϊότων που προσφέρουν, αφού οι ανάγκες των χρήστων δεν είναι πλέον ίδιες. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο αρχικός σχεδιαστής γραφικών στην εταιρεία Google, ανέφερε ότι ένας από τους λόγους της παραίτησης του ήταν ότι η κυρίαρχη κουλτούρα της τεχνοκρατικής αντίληψης της εταιρείας είχε φτάσει στο σημείο να κάνουν δοκιμές για αν το πάχος μια γραμμής θα έπρεπε να είναι δύο ή τέσσερα εινοστοιχεία.

Κατασκευή πρωτοτύπου

Σε αυτό το μέρος περιγράφουμε με περισσότερη λεπτομέρεια την διαδικασία, τις τεχνικές και τα εργαλεία για την κατασκευή πρωτοτύπων διάδρασης με συσκευές χρήστη. Κάθε τεχνική παράγει ένα πρωτότυπο διαφορετικής πιστότητας και όσο μεγαλύτερη είναι η απαιτούμενη λειτουργικότητα του πρωτοτύπου τόσο περισσότερο χρόνο θέλουμε για το φτιάξουμε ή για να το αλλάξουμε. Επομένως, η επιλογή του αναγκαίου βαθμού πιστότητας του πρωτοτύπου και ο καθορισμός της κατάλληλης τεχνικής κατασκευής του είναι πολύ σημαντικός και περιγράφεται σε αυτήν την ενότητα.

Χαμηλή και υψηλή πιστότητα, τεχνικές και εργαλεία, σενάριο, ενδεικτικές οθόνες

Αν και υπάρχουν πάρα πολλές τεχνικές και μεθοδολογίες, και ακόμη περισσότερα εργαλεία και δομές για τον σχεδιασμό της διάδρασης με συσκευές χρήστη, αν έπρεπε να τα συνοψίσουμε όλα σε μια πρόταση θα λέγαμε ότι αυτή είναι η επαναληπτική κατασκευή ενός πρωτοτύπου σταδιακά μεγαλύτερης πιστότητας μέχρι να φτάσουμε στις εκδόσεις άλφα του τελικού προϊόντος. Αυτή η επανατοποθέτηση του προβλήματος της διαδικασίας κατασκευής μας επιτρέπει να στρέψουμε την προσοχή μας

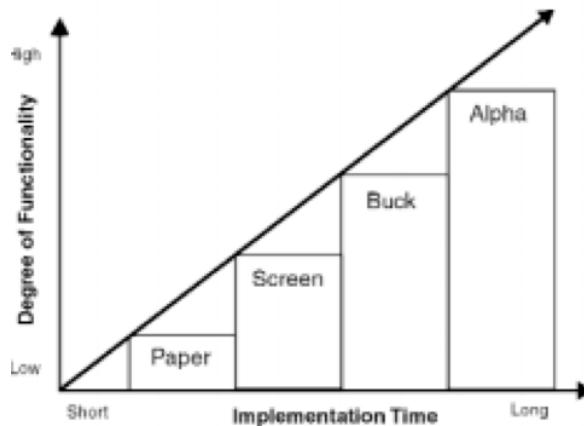


Figure 8: Η κατασκευή πρωτοτύπου περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά επίπεδα και τεχνικές όπως φαίνεται και στο σχήμα, αν και τα επίπεδα αυτά έχουν σαφώς επικαλύψεις και οι διαχωριστικές γραμμές δεν είναι πάντα τόσο σαφείς κατά την μετάβαση από το ένα στάδιο στο επόμενο.

στην φύση και στον ρόλο του πρωτοτύπου. Η διαδικασία κατασκευής του πρωτοτύπου είναι χρήσιμη ως μηχανισμός κατανόησης της διάδρασης που θέλουμε να υλοποιήσουμε, ενώ όταν το πρωτότυπο είναι σε μια πρώτη ικανοποιητική μορφή τότε το ίδιο το πρωτότυπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για δοκιμές με τους τελικούς χρήστες ή ακόμη και να χρησιμοποιηθεί ώς αρχική έκδοση (π.χ., έκδοση αλφα, βήτα, από την ορολογία της τεχνολογίας λογισμικού). Αυτή η προσέγγιση είναι γνωστή στην βιβλιογραφία και ως το πρωτότυπο ως προδιαγραφές, δηλαδή αντί να ετοιμάσουμε ένα λεπτομερές συμβόλαιο που θα περιγράφει με λέξεις και διαγράμματα το αποτέλεσμα, έχουμε το ίδιο το αποτέλεσμα (εν τη γεννέσι του) ως προδιαγραφές. Αυτό είναι μια σχετικά απλή ιδέα που φέρνει σε μεγάλη αντίθεση την περιοχή του σχεδιασμού της διάδρασης με συσκευές χρήστη με άλλες συγγενείς περιοχές της επιστήμης του μηχανικού, ακόμη και με τις γονικές περιοχές της τεχνολογίας λογισμικού, και επιβεβαιώνει τον κεντρικό ισχυρισμό αυτού του βιβλίου ότι ο σχεδιασμός της διάδρασης με συσκευές χρήστη είναι μια νέα περιοχή που ναι μεν έχει αρκετές ομοιότητες με άλλες συγγενείς, αλλά τελικά έχει και τόσες πολλές διαφορές που απαιτούν ουσιαστικά διαφορετική αντιμετώπιση.

Το πρωτότυπο θα πρέπει να είναι σε διαδραστική μορφή για να είναι πραγματικά χρήσιμο σε δοκιμές από τους χρήστες, διαφορετικά είναι σκόπιμο να το χαρακτηρίσουμε απλά ως ένα αρχικό προσχέδιο. Τα αρχικά προσχέδια είναι και αυτά πολύ χρήσιμα για την καλύτερη κατανόηση της διάδρασης και κυρίως για την επικοινωνία με άλλα μέλη της ομάδας σχεδίασης και ανάπτυξης. Τα αρχικά προσχέδια συνήθως μπορούν να

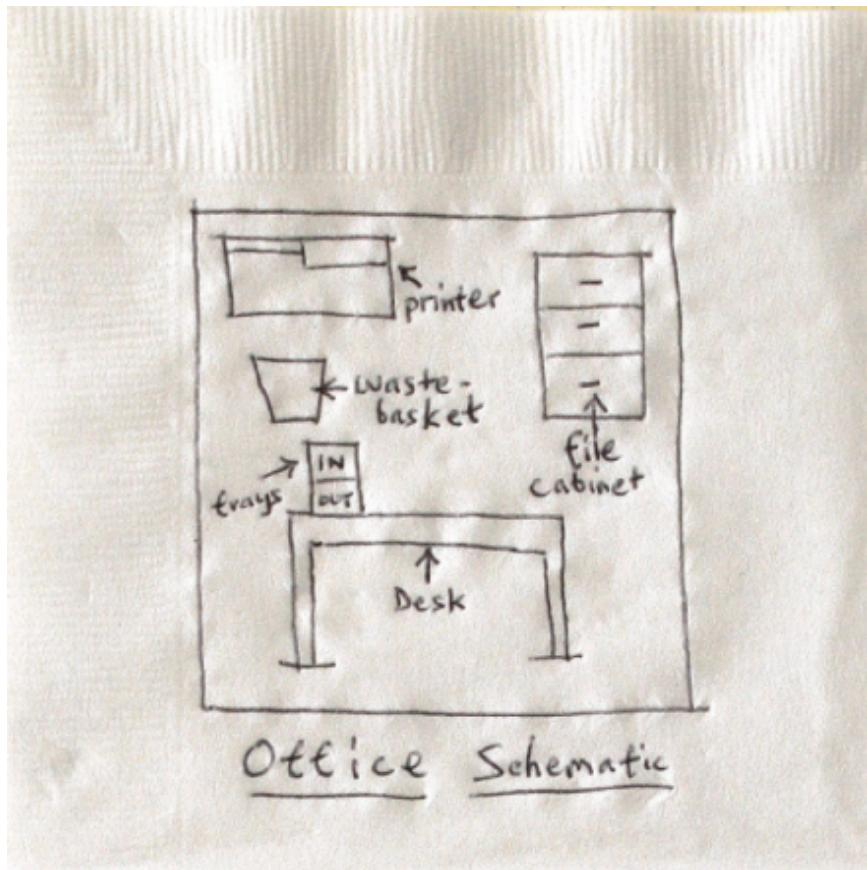


Figure 9: Ισως το πιο διάσημο πρωτότυπο χαμηλής πιστότητας να είναι το σχεδιάγραμμα της γραφικής επιφάνειας εργασίας που έγινε σε μια χαρτοπετσέτα από τους ερευνητές του Xerox PARC

έχουν την μορφή του αφηγηματικού σεναρίου, των σχεδιαγραμμάτων, και των ενδεικτικών οθονών, αλλά υπάρχουν και άλλες επιλογές όπως το κόμικ (storybook), το βίντεο, οι διαδραστικές διαφάνειες, και πολλά άλλα εξειδικευμένα εργαλεία κατασκευής προσχεδίου για το πρωτότυπο. Τα προσχέδια και τα πρωτότυπα κάθε άλλο παρά δεν είναι κάτι καινούριο στην περιοχή των μηχανικών. Για παράδειγμα, οι αρχιτέκτονες μηχανικοί έκεινάνε την σχεδίαση στο χαρτί, γιατί αυτός είναι ο πιο γρήγορος τρόπος αναπαράστασης μιας ιδέας και επίσης βοηθάει και στην σχεδιαστική σκέψη. Αντίστοιχα, ο σχεδιασμός της διάδρασης είναι σκόπιμο να έκεινήσει από ένα σύντομο αφηγηματικό σενάριο, το οποίο θα πρέπει να συνοδεύεται και από μερικά σχεδιαγράμματα ή ενδεικτικές οθόνες. Αν και υπάρχουν ομοιότητες με τους αρχιτέκτονες μηχανικούς, υπάρχουν και σημαντικές διαφορές, γιατί το αποτέλεσμα της σχεδίασης της διάδρασης δεν είναι κάτι στέρεο και σταθερό, αλλά είναι κάτι ρευστό που αλλάζει συνέχεια ανάλογα με την χρήση. Επομένως, τόσο τα προσχέδια όσο και τα πρωτότυπα θα πρέπει να αντικατοπτρίζουν αυτήν την κίνηση, κάτι που δύσκολα μπορεί να γίνει με το χαρτί ή τις απλές εικόνες, παρά μόνο με αφήγηση σε εικόνες (storybook) ή βίντεο. Για αυτό στα προσχέδια της σχεδίασης της διάδρασης θέλουμε να έχουμε τουλάχιστον ένα σενάριο και ενδεικτικές οθόνες ώστε να μπορεί ο σχεδιαστής και οι άλλοι ρόλοι να φανταστούν το τελικό προϊόν. Ιδανικά όμως στα πρωτότυπα χαμηλής πιστότητας θέλουμε να φτάσουμε μέχρι την αφήγηση με εικόνες ή/και βίντεο, πριν περάσουμε στο επόμενο στάδιο που είναι η συγγραφή κώδικα και η προσομοίωση της διάδρασης με την συσκευή χρήστη στην οθόνη του επιτραπέζιου ΗΥ ανάπτυξης.

Οι διαφορές στην κατασκευή του πρωτοτύπου με τους αρχιτέκτονες δεν συνεχίζονται στην περίπτωση της μακέτας. Ενώ η μακέτα είναι για τους αρχιτέκτονες μηχανικούς ένα προχωρημένο πρωτότυπο που αναπαριστά στον πραγματικό χώρο, έστω και σε μικρό μέγεθος, το τελικό προϊόν, στην περίπτωση της σχεδίασης της διάδρασης, ένα διαδραστικό πρωτότυπο είναι πολλές φορές το ίδιο το τελικό το προϊόν. Η μεγαλύτερη διαφορά όμως σε σχέση με τους αρχιτέκτονες μηχανικούς και τις συγγενείς επιστήμες του μηχανικού είναι ότι ένα διαδραστικό πρωτότυπο και φυσικά το τελικό προϊόν δεν είναι καθόλου διακριτά στάδια στην διαδικασία σχεδίασης, παραγωγής, και βελτίωσης. Για παράδειγμα, η πρώτη εμπορική έκδοση του δημιουργού Apple iPhone δεν είχε εφαρμογές από την πλευρά εξωτερικών παραγωγών, αλλά μόνο τις επίσημες της εταιρείες. Ήταν αυτό το τελικό προϊόν ή ένα προχωρημένο πρωτότυπο? Από την πλευρά του υλικού η συσκευή μπορεί να βελτιώθηκε σταδιακά, όμως από την πλευρά του λογισμικού η δυνατότητα να μπαίνουν νέες εφαρμογές ήταν ουσιαστικά ένα νέο προϊόν, άρα δεν θα μπορούσαμε να κατατάξουμε το πρώτο εμπορικό iPhone ως ένα προχωρημένο διαδραστικό πρωτότυπο των σύγχρονων iPhone, τα οποία δεν έχουν πάψει να εξελίσσονται, σε συνδυασμό τόσο με το λογισμικό που προστείθεται αλλά και κυρίως με νέο εξωτερικό υλικό, όπως αυτό που διευκολύνει σημαντικές ανθρώπινες

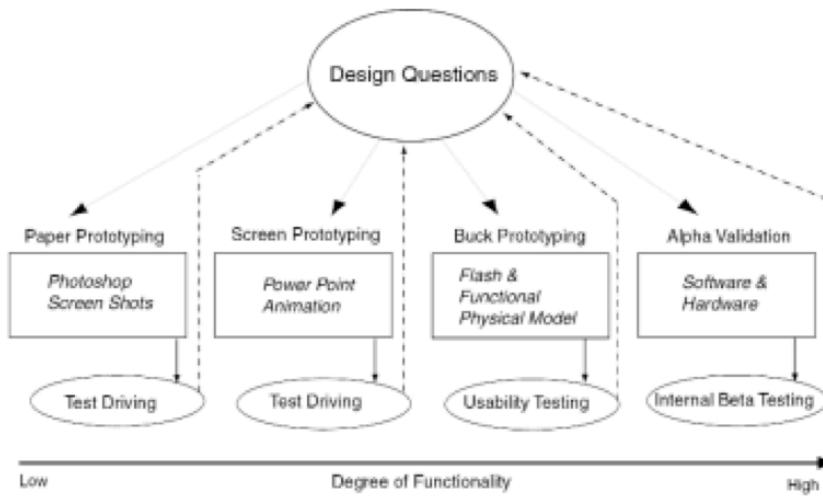


Figure 10: Ανάλογα με την φάση σχεδίασης και ανάπτυξης υπάρχουν διαφορετικά είδη πρωτοτύπου που μπορούμε να κατασκευάσουμε τα οποία μπορούμε να οργανώσουμε ανάλογα με την πιστότητα που έχουν αναφορικά με την λειτουργικότητα τους από την πλευρά της διάδρασης με τον χρήστη

δραστηριότητες που έχουν να κάνουν με τις οικονομικές συναλλαγές, την υγεία, την δημιουργία, και την διασκέδαση.

Κατασκευή πρωτότυπου υψηλής πιστότητας

Η κατασκευή πρωτοτύπων για τον προγραμματισμό της διάδρασης σε συσκευές πέρα από τον επιτραπέζιο υπολογιστή είναι μια πρόκληση, η οποία είναι περισσότερο πολύπλοκη από την κατασκευή πρωτοτύπου για άλλες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, η κατασκευή του πρωτοτύπου για μια εφαρμογή που θα εκτελεστεί σε ένα επιτραπέζιο ΗΥ δεν απαιτεί τίποτα περισσότερο από τον ίδιο τον επιτραπέζιο ΗΥ ανάπτυξης, γιατί και ο τελικός προορισμός της εφαρμογής θα είναι σε ένα παρόμοιο υλικό και η διάδραση με τον χρήστη θα γίνεται με τις ίδιες συσκευές εισόδου, δηλαδή το πληκτρολόγιο και το ποντίκι. Το ίδιο ισχύει και για την κατασκευή ενός πρωτοτύπου για ένα νέο ποντίκι για τον επιτραπέζιο ΗΥ. Με δεδομένη την εργονομία του χεριού και το πλαίσιο χρήσης του ποντικιού που είναι η μετακίνηση του δείκτη στην οθόνη και η επιλογή με ένα κουμπί, ο σχεδιαστής έχει αρκετά σημεία αναφοράς στα οποία μπορεί να βασιστεί.

Αντίθετα η κατασκευή του πρωτοτύπου για μια συσκευή διάδρασης χρήστη με κινητό ή διάχυτο ΗΥ είναι μια πρόκληση γιατί απαιτεί την

συνεργασία λογισμικού με την κατασκευή ειδικού υλικού διάδρασης με τον χρήστη. Καθώς ο διάχυτος υπολογισμός θα φέρνει περισσότερες συσκευές χρήστη σε περισσότερες πτυχές της ζωής μας, η ανάγκη για κατασκευή (και αξιολόγηση με τους χρήστες) πρωτοτύπων υψηλής πιστότητας που συνδυάζουν υλικό με λογισμικό αυξάνεται. Για αυτό τον σκοπό οι σχεδιαστές της διάδρασης έχουν αναπτύξει μια τεχνική που συνδυάζει ειδικά φτιαγμένο υλικό διάδρασης με τον χρήστη με λογισμικό που εκτελείται σε επιτραπέζιο ή κινητό ΗΥ, για τους οποίους οι προγραμματιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα διαθέσιμα εργαλεία ανάπτυξης. Η τεχνική αυτήν δεν έρχεται να αντικαταστήσει τις τεχνικές κατασκευής πρωτοτύπου χαμηλής πιστότητας που μελετήσαμε στα προηγούμενα, αλλά έρχεται να προστεθεί ως ένα ακόμη βήμα στον επαναληπτικό κύκλο του προγραμματισμού της διάδρασης.

Ο σκοπός της κατασκεύης πρωτότυπου υψηλής πιστότητας είναι να τα αξιολογήσουμε με χρήστες σε εργαστηριακό περιβάλλον ή ακόμη και σε μέλετη στο πεδίο. Τα πρωτότυπα χαμηλής πιστότητας (π.χ., σενάριο, σχεδιάγραμμα, ενδεικτικές οθόνες) είναι κατάλληλα περισσότερο για την οπτικοποίηση και επεξεργασία αρχικών ιδεών από τους σχεδιαστές και τους συνεργάτες τους. Πράγματι, τα πρωτότυπα χαμηλής πιστότητας είναι χρήσιμα για την γρήγορη και ανεπίσημη επικοινωνία μεταξύ των μελών μιας ομάδας σχεδίασης και ανάπτυξης, αφού οι λέξεις δεν είναι σχεδόν ποτέ αρκετές για να περιγράψουν το φαινόμενο της διάδρασης. Οταν όμως ο σκοπός είναι να κατανοήσουμε καλύτερα και κυρίως να αξιολογήσουμε ένα πρωτότυπο για διάδραση με χρήστες τότε θα πρέπει να έχουμε μεγαλύτερη πιστότητα στην λειτουργία ώστε να έχουν νόημα και οι αντιδράσεις των χρηστών που θα καταγραφούν και θα αναλυθούν. Για αυτόν τον σκοπό, γίνεται η κατασκευή του Buck, το οποίο αποτελείται από δύο βασικά τμήματα: 1) Το λογισμικό που εκτελείται σε έναν επιτραπέζιο ΗΥ και 2) το υλικό διάδρασης της συσκευής με τον χρήστη, το οποίο είναι συνδεδεμένο ενσύρματα με τον επιτραπέζιο υπολογιστή ώστε να μεταφέρει σε αυτόν για επεξεργασία την είσοδο από τον χρήστη.

Η κατασκευή πρωτότυπου υψηλής πιστότητας τύπου Buck έχει επίσης χρησιμοποιηθεί και από αλλες εταιρείες για προϊόντα που συνδυάζουν το υλικό με το λογισμικό. Για παράδειγμα η Kodak το χρησιμοποιήσε για να φτιάξει το πρωτότυπο για ψηφιακές κάμερες. Σε αυτήν την περίπτωση εκτός από την κατασκευή του υλικού διάδρασης με τον χρήστη είχαμε και την ενσωμάτωση μιας μικρής οθόνης μέσα στο υλικό. Πάντως, το λογισμικό δεν εκτελείται στην ίδια την συσκευή, αλλά στον επιτραπέζιο ΗΥ, με τον οποίο επικοινωνεί μέσω καλωδίου και διεπαφής που φροντίζει για την μετατροπή των ενεργειών στην συσκευή του χρήστη σε μορφή κατανοητή από το λογισμικού του επιτραπέζιου ΗΥ. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε ένα πρωτότυπο διάδρασης που λίγο μοιάζει με το τελικό προϊόν, όμως εξυπηρετεί τον σκοπό της αξιολόγησης βασικών λειτουργιών από τους χρήστες. Τέλος, αξίζει να παρατηρήσουμε ότι ακόμη και στην κατηγορία των πρωτότυπων υψηλής πιστότητας υπάρχει μια επιμέρους κλίμακα

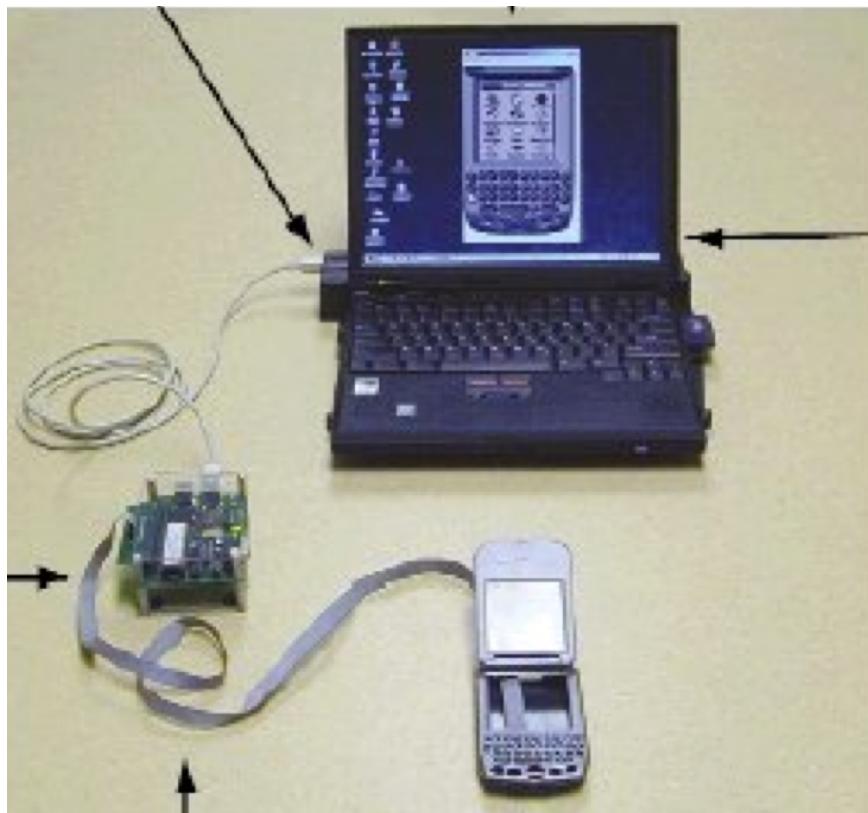


Figure 11: Το Buck επιτρέπει την πειστική αξιολόγηση με χρήστες, γιατί οι χρήστες έχουν στα χέρια τους υλικό που μοιάζει πολύ με την τελική συσκευή, ενώ το λογισμικό τρέχει στον επιτραπέζιο ΗΥ, στον οποίο είναι σχετικά εύκολο να κάνουμε τον προγραμματισμό της διάδρασης.



Figure 12: Το πρωτότυπο υψηλής πιστότητας για μια φημιακή φωτογραφική μηχανή της Kodak

πιστότητας με κάποια πρωτότυπα να είναι περισσότερο κοντά στο τελικό προϊόν από κάποια άλλα.

Δοκιμές με χρήστες και επανάληψη

Σε αυτό το μέρος θα εξετάσουμε το κρισιμότερο χαρακτηριστικό ενός διαδραστικού συστήματος, την χρήση του, από την πλευρά του ανθρώπου. Η κατασκευή της διάδρασης αφορά στη δημιουργία επεμβάσεων σε συχνά πολύπλοκες καταστάσεις όπου εμπλέκονται τόσο άνθρωποι όσο και ετερόκλητες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένου του λογισμικού για επιτραπέζιο H/Y, του Web, των κινητών, και των διάχυτων συσκευών. Η πολυπλοκότητα συνήθως σημαίνει ότι κάτι μπορεί να μην γίνει σωστά με την πρώτη προσπάθεια, αφού η εισαγωγή μιας νέας διάδρασης θα δημιουργήσει αλλαγές σε ένα ευρύτερο τεχνολογικό και κοινωνικό σύστημα. Συνεπώς, χρειαζόμαστε επαναληπτικές διαδικασίες και πρωτότυπα για δοκιμή και αξιολόγηση. Η θεωρία (π.χ., δυνατότητες ανθρώπου και ιδιότητες συσκευών) και τα μοντέλα από την βιβλιογραφία (π.χ., κανόνες και πρότυπα σχεδίασης) μπορούν να βοηθήσουν παρέχοντας ένα καλό σημείο εκκίνησης, αλλά η σχεδίαση δεν θα είναι ολοκληρωμένη αν δεν γίνει και αξιολόγηση, η οποία είναι το αντικείμενο αυτής της ενότητας.

Το τμήμα αυτό είναι από τα σημαντικότερα από πρακτικής άποψης, καθώς δίνει συγκεκριμένες κατευθύνσεις του πώς τελικά αξιολογείται συστηματικά ένα προϊόν προγραμματισμού της διάδρασης που απευθύνεται σε ανθρώπους. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα στην αξιολόγηση με χρήστες, με την προϋπόθεση ότι έχουμε ήδη ένα λειτουργικό πρωτότυπο υψηλής πιστότητας, είναι η πιλοτική δοκιμή. Επίσης, οι κανόνες σχεδίασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ειδικούς, εκτός από την δημιουργία πρωτότυπου, και στην αξιολόγηση ενός συστήματος διάδρασης και στην βελτίωση του. Ακόμη υπάρχουν οι πειραματικές και εργαστηριακές μεθοδολογίες αξιολόγησης διαδραστικών εφαρμογών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μέθοδοι αξιολόγησης στο πεδίο, καθώς χρησιμοποιούνται ευρύτατα από ερευνητές και επαγγελματίες του χώρου. Τέλος, σε κάθε περίπτωση αξιολόγησης το πιο σημαντικό είναι να συλλέγουμε δεδομένα διαφορετικού είδους (π.χ., φυσιομετρικά, συμπεριφορά, άποψη) καθώς και να γίνονται επαναλληπτικές πιλοτικές αξιολογήσεις με λίγους χρήστες πριν προχωρήσουμε στην τελική αξιολόγηση με περισσότερους χρήστες.

Πείραμα, μελέτη στο πεδίο και συλλογή δεδομένων

Η αξιολόγηση της διάδρασης με μια μικρή ομάδα χρηστών είναι η πιο δημοφιλής τεχνική αξιολόγησης. Κατά την φάση της ανάπτυξης, ακόμη και πέντε χρήστες είναι αρκετοί για να γίνει μια αξιολόγηση της διάδρασης. Ειδικά στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης όταν η ομάδα κατασκευής προσπαθεί να κατανοήσει τις ανάγκες των χρηστών και τους τρόπους που μια νέα διάδραση επηρεάζει τις δραστηριότητες τους η έμφαση της αξιολόγησης βρίσκεται περισσότερο στις ποιοτικές διαστάσεις της αξιολόγησης παρά στις ποσοτικές. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο μικρός αριθμός χρηστών συνοδεύεται και από περισσότερα ερωτήματα που έχουμε και θέλουμε να εξερευνήσουμε με την συμμετοχή των χρηστών. Ετσι, η συλλογή των δεδομένων βασίζεται περισσότερο στην παρατήρηση και στις αδόμητες συνεντεύξεις με τους χρήστες.

Οταν βρισκόμαστε στα τελικά στάδια της ανάπτυξης ή όταν κάνουμε μόνο μικρές μετατροπές σε ένα σύστημα διάδρασης που υπάρχει ήδη τότε είναι περισσότερο σκόπιμο να χρησιμοποιήσουμε ένα εργαστηριακό πείραμα ή ακόμη και σε μια μελέτη στο πεδίο με περισσότερους χρήστες (τουλάχιστον είκοσι) θα έχουμε και περισσότερο συγκεκριμένα ζητήματα και εναλλακτικές σχεδιάσεις για τις οποίες θα θέλουμε να εντοπίσουμε με μεγάλη ακρίβεια τις διαφορές. Αντίστοιχα για την συλλογή δεδομένων στην αξιολόγηση με μεγάλο αριθμό χρηστών ή με μεγάλο αριθμό διαδράσεων είναι σκόπιμο να έχουμε περισσότερα είδη δεδομένων. Εκτός από την βασική παρατήρηση των χρηστών που εκτελούν διεργασίες με ένα σύστημα διάδρασης μπορούμε να συλλέξουμε δεδομένα αυτόματα καταγράφοντας τις λεπτομέρειες των διαδράσεων ή των βιομετρικών στοιχείων (π.χ.,



Figure 13: Η παρατήρηση της δραστηριότητας του χρήστη κατά την διάδραση με τον υπολογιστή είναι η πιο δημοφιλής και απλή τεχνική αξιολόγησης μιας νέας εφαρμογής ή συσκευής

παρακολούθηση της ίριδας του ματιού, καταγραφή του σφυγμού) σε αρχεία στον υπολογιστή καθώς και να έχουμε δομημένα ερωτηματολόγια.

Υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις στην αξιολόγηση της διάδρασης όπου ο αριθμός των χρηστών δεν είναι η σημαντικότερη παράμετρος. Για παράδειγμα, στην αρχική αξιολόγηση της συσκευής εισόδου ποντίκι οι ερευνητές είχαν μόνο πέντε χρήστες και παρόλο τον μικρό (σχετικά) αριθμό τους κατέληξαν σε ισχυρά συμπεράσματα αναφορικά με την συγκριτική απόδοση των συσκευών που δεν έχουν αλλάξει πολλές δεκαετίες μετά. Αντί για τον αριθμό των χρηστών, αυτό που έχει σημασία, είναι ο αριθμός των διαδράσεων που θα αναλύσουμε για να καταλλήξουμε σε συμπεράσματα. Στην περίπτωση της αξιολόγησης της συσκευής εισόδου ποντίκι, οι ερευνητές έκαναν πολλές προκαταρκτικές δοκιμές με τους χρήστες μέχρι να διαπιστώσουν ότι η απόδοση τους δεν αλλάζει και τότε μόνο έκαναν συλλογή ακόμη περισσότερων διαδράσεων αρκετών για οδηγηθούν σε ασφαλή συμπεράσματα. Το συμπέρασμα είναι ότι για τον καθορισμό του αριθμού των χρηστών θα πρέπει να πρώτα να κάνουμε ένα διαχωρισμό αν μας ενδιαφέρει η άποψη τους ή μόνο η απόδοση τους.

Εμπορική Μελέτη Περίπτωσης

Η επιφάνεια εργασίας του επιτραπέζιου υπολογιστή είναι ένα δημοφιλές και ευέλικτο σύστημα που πέρασε από πολλούς κύκλους ανάπτυξης και προσαρμογής, τόσο κατά τα πρώτα στάδια δημιουργίας του όσο και κατά την διάδοση του. Η επιφάνεια εργασίας είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα μελέτη περίπτωσης γιατί η εξέλιξη της ήταν σχετικά αργή σε ένα διάστημα περισσότερων από σαράντα χρόνια. Σίγουρα η επιφάνεια εργασίας δεν έγινε τόσο δημοφιλής ούτε χρονικά ούτε σε κλίμακα όσο η διεπαφή και η διάδραση με τον κινητό υπολογισμό. Από την άλλη πλευρά όμως ο σταδιακός και διαχρονικός μετασχηματισμός της επιφάνειας εργασίας παρουσιάζει ενδιαφέρουσες διακυμάνσεις και ομοιότητες ανάμεσα σε ανταγωνιστικά εμπορικά προϊόντα τα οποία μπορούν να μας δώσουν πολλά μαθήματα σχετικά με τον κύκλο της ανθρωποκεντρικής σχεδίασης.

Τα Microsoft Windows είναι σίγουρα το πιο δημοφιλές λειτουργικό σύστημα με επιφάνεια εργασίας για επιτραπέζιους υπολογιστές και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον ως μελέτη περίπτωσης γιατί η εξέλιξη του ήταν σταδιακή πράγμα που μας επιτρέπει να βλέπουμε πιο καθαρά τα επιμέρους στάδια και να ερμηνεύουμε αφού πρώτα τα συνδέσουμε με σχετικές εξελίξεις. Επειδή η αποδοχή του βασικού λειτουργικού συστήματος Microsoft Disk Operating System (MSDOS) ήταν πολύ μεγάλη, η πρώτη έκδοση του γραφικού περιβάλοντος ήταν βασισμένη σε αυτό και δεν είχε πολλές από τις βασικές λειτουργίες της διάδρασης με την γραφική επιφάνεια εργασίας που είχαν ήδη εμφανιστεί σε αντίστοιχα προϊόντα από τον ανταγωνισμό, όπως ήταν το Macintosh OS. Βλέπουμε λοιπόν ότι ο κατασκευαστής της διάδρασης σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να

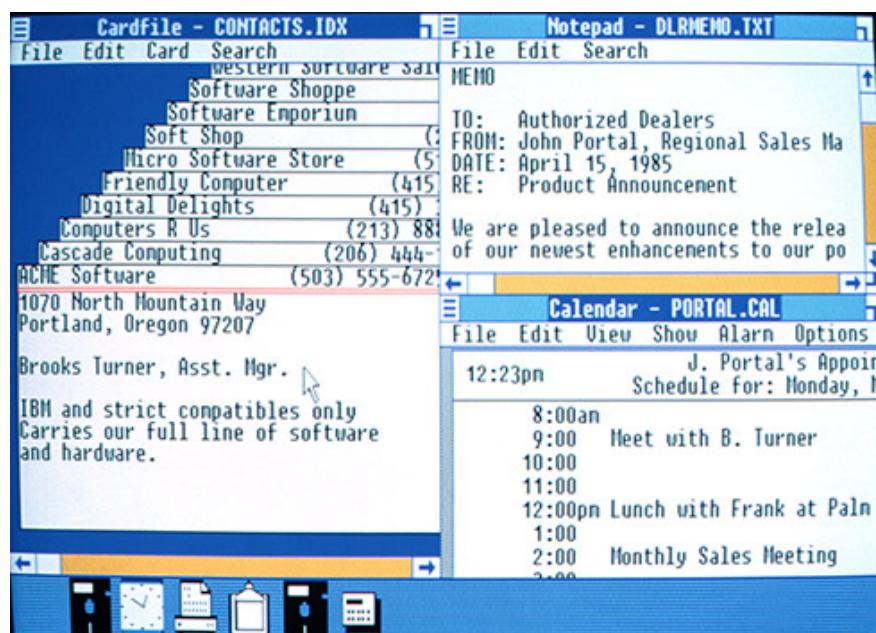


Figure 14: Τα πρώτα Microsoft Windows ήταν στην πραγματικότητα μια διαφορετική οργάνωση του λειτουργικού συστήματος MS-DOS

αγνοήσει εφικτές και χρήσιμες δυνατότητες της διάδρασης προκειμένου να δώσει βάρος σε παλιές εφαρμογές απλά και μόνο επειδή οι χρήστες τις έχουν συνηθίσει και επειδή οι αντίστοιχοι κατασκευαστές εκείνων των εφαρμογών δεν είναι έτοιμοι να περάσουν στην επομενη φάση. Με άλλα λόγια, βλέπουμε για μια ακόμη φορά ότι ο τεχνολογικός ντετερμινισμός δεν είναι αρκετός για να σπρώξει μπροστά την ανάπτυξη αφού υπάρχει και ο ανθρώπινος και κοινωνικός παράγοντας που είναι εξίσου σημαντικοί.

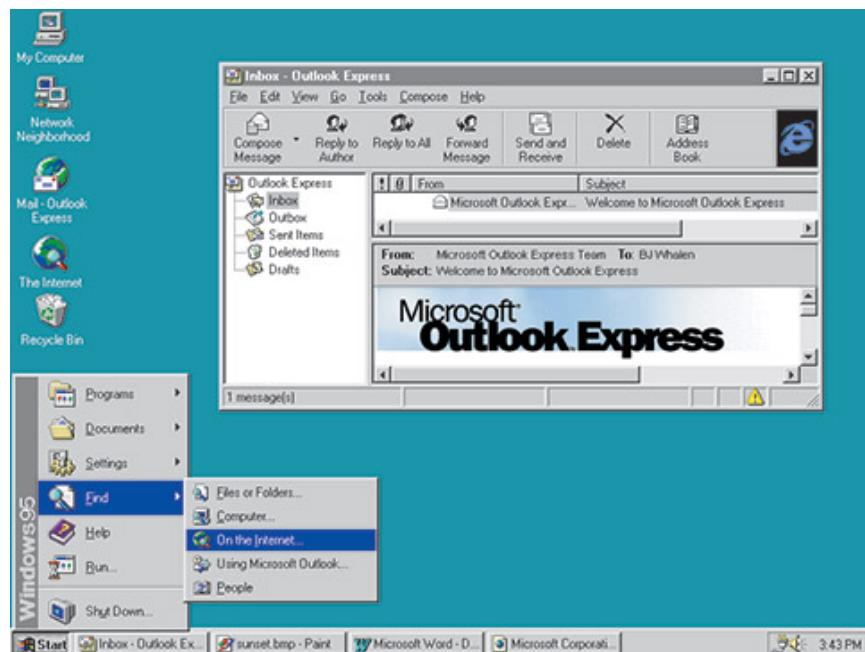


Figure 15: Τα Windows95 ήταν μια πολύ επιτυχημένη προσπάθεια που βασίστηκε στην ευρύτατη προβολή, στην οικονομική τιμή, και στην ευελιξία εγκατάστασης σε διαφορετικό υλικό αλλά και στην εύκολη ενσωμάτωση υλικού από άλλους κατασκευαστές

Στα μέσα της δεκαετίας του 1990 οι τεχνολογικές συνθήκες έχουν ωριμάσει τόσο ώστε μια μεγάλη μερίδα από τους χρήστες λειτουργικών συστημάτων να έχει αποκτήσει ή να έχει εφικτή πρόσβαση σε γρηγορότερους επεξεργαστές και σε ξεχωριστές κάρτες γραφικών. Ταυτόχρονα, η αγορά των οικιακών υπολογιστών έχει διευρυνθεί αρκετά και καλύπτει πολλές επιμέρους ανθρώπινες δραστηριότητες οπότε οι κατασκευαστές υλικού έχουν αρχίσει να διαθέτουν εξειδικευμένο εξοπλισμό που συνδέεται με τον υπολογιστή για να διευκολύνει τις διεργασίες των χρηστών, όπως μουσική, παιχνίδια, σχεδίαση, κτλ. Το παραπάνω πλαίσιο δημιουργεί τις ιδανικές συνθήκες για την εισαγωγή των Windows95 τα οποία έχουν πλέον

μια πλήρη γραφική επιφάνεια εργασίας και υποστηρίζουν την εύκολη προσθήκη νέων προγραμμάτων και επιπλέον υλικού. Η αποδοχή των Windows95 από την αγορά μπορεί να συγκριθεί μόνο με αυτή των WindowsXP σχεδόν δέκα χρόνια μετά, ενώ η μεγάλη ομοιότητα τους τόσο με το αρχικό Macintosh OS, οσο και με το Xerox Star, αποτελεί την απόδειξη ότι από μόνη της η ποιότητα της διάδρασης δεν είναι αρκετή για να καθορίσει την τύχη ενός προϊόντος στην ευρύτερη αγορά, αλλά απαιτείται και μια καλύτερη κατανόηση των αναγκών των επιμέρους ομάδων χρηστών. Βλέπουμε λοιπόν ξανά ότι ο προγραμματισμός της διάδρασης δεν είναι μόνο η σωστή κατασκευή της διάδρασης αλλά και η σωστή κατανόηση των αναγκών των χρηστών.

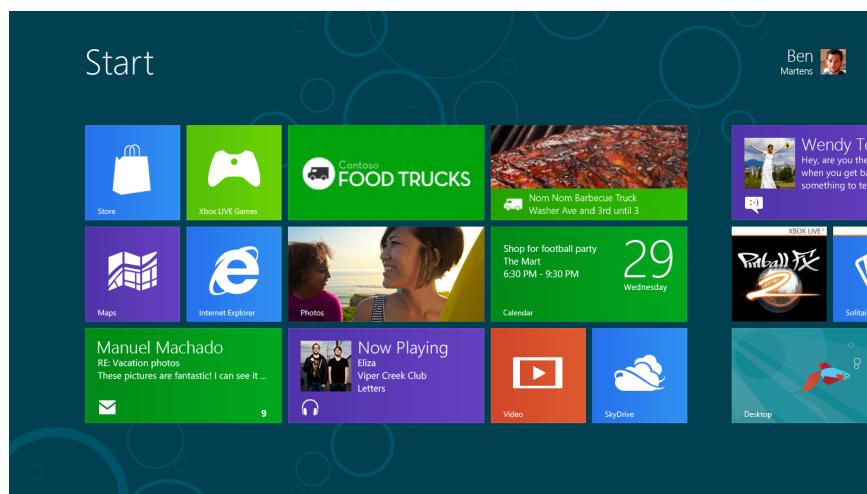


Figure 16: Τα Windows8 προσφέρουν μια διεπαφή με τον χρήστη που εμφανισιακά και λειτουργικά είναι δανεισμένη από τις κινητές συσκευές, αφού έχουμε μεγάλα ζωντανά εικονίδια και χειρονομίες, δηλαδή έχουμε μοτίβα διάδρασης που συναντάμε περισσότερο στον κινητό παρά στον επιτραπέζιο υπολογισμό.

Οπως είδαμε στα παραπάνω, η κατανόηση και η προσαρμογή στις ανάγκες των χρηστών είναι μια σημαντική συνθήκη για την επιτυχία της διάδρασης, αρκεί βέβαια η διάδραση να εξίσου καλά προσαρμοσμένη στην συσκευή του χρήστη. Αν και η Microsoft διατηρεί το προβάδισμα στα λειτουργικά συστήματα του επιτραπέζιου υπολογιστή, η δεκαετία του 2010 την βρίσκει να έχει μείνει πίσω στην ραγδαία αναπτυσσόμενη αγορά του κινητού υπολογισμού, ο οποίος εκτός από τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα περιλαμβάνει και τις ταμπλέτες που σταδιακά αντικαθιστούν πολλές από τις διεργασίες του επιτραπέζιου υπολογιστή. Σε μια προσπάθεια να δώσει προτεραιότητα στις κινητές συσκευές, η Microsoft εισάγει τα Windows8 με αρχική οθόνη διάδρασης αντίστοιχη με αυτήν που έχει στις

κινητές συσκευές της. Αν και η επιλογή αυτή δημιουργεί μια πραγματικά ομοιόμορφη και συνεπή εμπειρία για τους χρήστες που κινούνται ανάμεσα σε πολλούς υπολογιστές (κινητούς και επιτραπέζιους), ταυτόχρονα απέχει από το να είναι βέλτιστη για τον επιτραπέζιο υπολογιστή, με αποτέλεσμα να μειώνει την ευχρηστία του. Βλέπουμε λοιπόν ότι ναι μεν η εστίαση στον χρήστη έχει προτεραιότητα, αλλά και η κατανόηση της φόρμας του υπολογιστή δεν πρέπει να αγνοείται. Επομένως, ο σωστός προγραμματισμός της διάδρασης μπορεί να γίνει κατανοητός ως μια λεπτή ισορροπία ανάμεσα στις ιδιότητες της συσκευές και τις ανάγκες του χρήστη, ισορροπία που μπορεί να γίνει εύθραυστη όταν έχουμε πολλούς διαφορετιούς χρήστες και πολλά διαφορετικά είδη συσκευής χρήστη.

Ερευνητική Μελέτη Περίπτωσης

Η κατανόηση και η χρήση μιας συσκευής διέπεται από μερικές βασικές αξίες που είναι οι ίδιες ανεξάρτητα από το είδος και την πολυπλοκότητα που μπορεί να έχει η διάδραση ανθρώπου υπολογιστή. Στο κλασικό βιβλίο του "Η Σχεδίαση των καθημερινών πραγμάτων" ο Ντον Νόρμαν παραθέτει ένα μικρό σύνολο από βασικές αξίες και δείνει παραδείγματα καλής και κακής εφαρμογής σε καθημερινά απλά αντικείμενα, όπως πόρτες και υδραυλικά.

Οι βασικές αξίες που πρέπει να έχει μια συσκευή ώστε να είναι κατανοητή και εύχρηστη κατά την διάδραση με τον άνθρωπο είναι: affordance, constraint, mapping, feedback.

Η διαπίστωση που επιβεβαιώνεται διαχρονικά στην σχεδίαση των καθημερινών πραγμάτων είναι ότι οι κατασκευαστές επαναλαμβάνουν τα ίδια λάθη με την παράλειψη των βασικών αξιών και ότι οι αξίες αυτές έχουν μείνει αναλείωτες. Οι κατασκευαστές κάνουν τα ίδια λάθη γιατί κάθε φορά που έχουμε μια νέα τεχνολογική επανάσταση, η κατασκευή της διάδρασης γίνεται συνήθως από τους κατασκευαστές που έχουν οικειότητα με την νέα τεχνολογία και οι οποίοι συνήθως είναι είτε νέοι είτε επικεντρωμένοι μόνο στην τεχνολογία. Οι βασικές αξίες έχουν μείνει οι ίδιες γιατί ο άνθρωπος αλλάζει πολύ πιο αργά από όσο η τεχνολογία.

Τελικά, ο στόχος της ανθρωποεντρικής κατασκευής συστημάτων είναι να βρούμε μια ισορροπία ανάμεσα σε όλες τις δυνάμεις που επηρεάζουν την σχεδίαση, την κατασκευή, την διανομή, και την χρήση των συσκευών διάδρασης.

norman: the design of everyday things?

Σχετική βιβλιογραφία

Buxton, B. (2010). Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design: Getting the Design Right and the Right Design. Morgan Kaufmann.

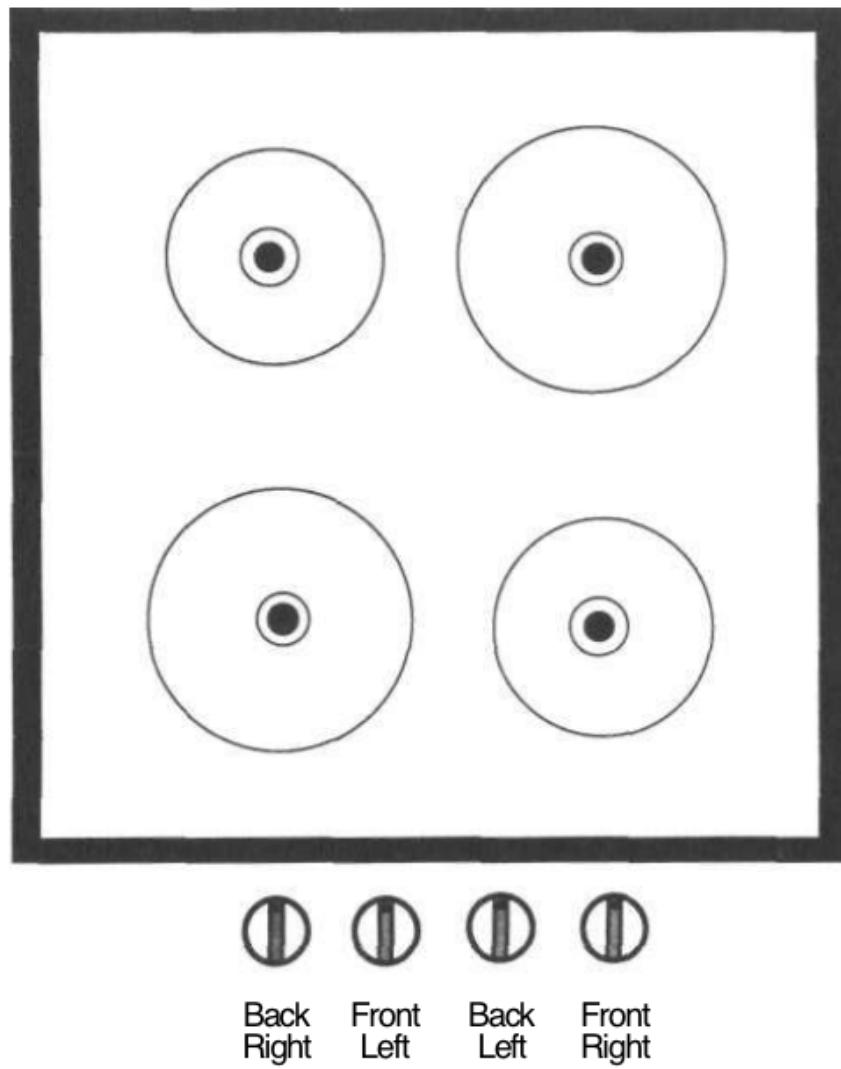


Figure 17: Σε μια συσκευή που έχει την έξοδο σε διαφορετικό σημείο από την είσοδο του χρήστη θα πρέπει να υπάρχει μια φυσική απεικόνιση ανάμεσα στην είσοδο και στην έξοδο, όπως στην περίπτωση των εστιών μια κουζίνας μαγειρέματος

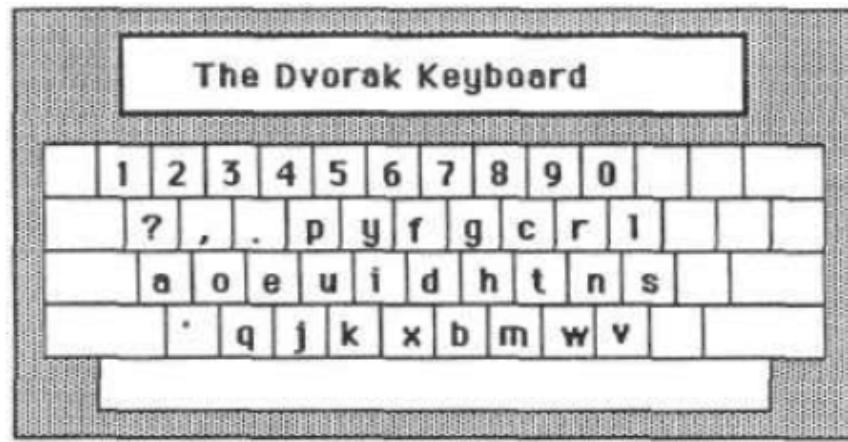


Figure 18: Η επίτευξη της ευχρηστίας δεν είναι η μόνη απόλυτη αξία καθώς μια συσκευή διάδρασης επηρεάζεται από πολλούς ακόμη παράγοντες, όπως η αισθητική, το κόστος, αλλά και την συνήθεια, η οποία είναι ο κύρια αιτία που το πιο συνηθισμένο πληκτρολόγιο για τον επιτραπέζιο υπολογιστή δεν είναι το πιο εύχρηστο.

Carroll, J. M. (2000). Making use: scenario-based design of human-computer interactions. MIT press.

Gaver, B., Dunne, T., & Pacenti, E. (1999). Design: cultural probes. interactions, 6(1), 21-29.

Johnson, J., Roberts, T. L., Verplank, W., Smith, D. C., Irby, C. H., Beard, M., & Mackey, K. (1989). The xerox star: A retrospective. Computer, 22(9), 11-26.

Moggridge, B. (2007). Designing interactions. Cambridge: MIT press.

Norman, D. A. (2002). The design of everyday things. Basic books.

Pruitt, J., & Grudin, J. (2003, June). Personas: practice and theory. In Proceedings of the 2003 conference on Designing for user experiences (pp. 1-15). ACM.

Winograd, T. (1996). Bringing Design to Software. ACM, New York, NY, USA.

Κουτσαμπάσης, Π. (2011). Αλληλεπίδραση ανθρώπου - υπολογιστή: Αρχές, μέθοδοι και παραδείγματα, Κλειδάριθμος

Αρχέτυπα

Σε αυτό το τμήμα μελετάμε τις ιδιότητες του υπολογιστή που επιτρέπουν την διάδραση με τον άνθρωπο. Εδώ εστιάζουμε την προσοχή μας στις ιδιότητες του υπολογιστή και ειδικά στα συστήματα εισόδου και εξόδου. Τα παραδοσιακά συστήματα εισόδου και εξόδου είναι το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, αλλά τα κινητά και διάχυτα συστήματα εισόδου και εξόδου έχουν πολύ περισσότερες σε αριθμό και είδος συσκευές διάδρασης με τον χρήστη, όπως τον εντοπισμό γεωγραφικής θέσης, την αφή, την κάμερα, κτλ.

Οι περισσότεροι είμαστε πολύ καλοί ή ακόμη και άριστοι χρήστες του επιτραπέζιου ΗΥ. Η κατεύθυνση του κινητού και του διάχυτου υπολογισμού αποτελεί μια πρόκληση για όλους τους χρήστες άλλα και προγραμματιστές επιτραπέζιων ΗΥ, γιατί τα οικεία συστήματα εισόδου/εξόδου αλλάζουν δραστικά προς την κατεύθυνση της περισσότερο φυσικής διάδρασης (π.χ., αφή, φυσική γλώσσα, αναγνώριση εικόνας). Επιπλέον, ο κινητός και ο διάχυτος υπολογισμός σε κάποιες περιπτώσεις δεν έχει όλους του υπολογιστικούς πόρους (π.χ., επεξεργαστή, μνήμη, αποθήκευση) στα οποία έχουμε συνηθίσει από τους μοντέρνους ΗΥ γραφείου (π.χ., κινητό, ενσωματωμένα συστήματα).

Ο σχεδιασμός του υπολογιστή και ειδικά των συσκευών εισόδου και εξόδου μπορεί να επιφέρει συγκεκριμένη ανάδραση από τους χρήστες. Το αν οι χρήστες θα αγοράσουν, θα μάθουν, θα χρησιμοποιήσουν ένα προϊόν, ή αν θα συνεργαστούν με άλλους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το πόσο άνετα νοιάθουν όταν βλέπουν και κρατάνε το αντίστοιχο σύστημα, καθώς και από το κατά πόδα το εμπιστεύονται. Εάν ο υπολογιστής αργεί και είναι ενοχλητικός, τότε είναι πιθανό οι χρήστες να αποφύγουν την διάδραση. Εάν όμως το σύστημα εισόδου και εξόδου είναι ευχάριστο και γρήγορο τότε η χρήση του γίνεται περισσότερο επιθυμητή και άνετη, οπότε οι χρήστες είναι περισσότερο πιθανό να το αγοράσουν και να το χρησιμοποιήσουν.

Ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο

Ενα μεγάλο μέρος της προόδου στα πρώτα βήματα της διάδρασης έγινε στις συσκευές εξόδου, όπως είναι η οθόνη και ο τρόπος που απεικονίζεται η πληροφορία πάνω σε αυτή. Από την πλευρά των συσκευών εισόδου, εκτός από το κλασικό πληκτρολόγιο, η μεγαλύτερη επιτυχία ήταν το ποντίκι, το οποίο ανήκει στην ομάδα των συσκευών έμμεσης εισόδου. Με βάση τις δυνατότητες που έχουν οι αρχικά διαθέσιμες συσκευές εισόδου, εξόδου, και επεξεργασίας δεδομένων, μια σειρά από μορφές διάδρασης έγιναν διαθέσιμες και αποδεκτές από τους χρήστες: 1) Γλώσσα εντολών, 2) Μενού, 3) φυσική γλώσσα, 4) απευθείας χειρισμός, 5), εικονική πραγματικότητα.

Τα πρώτα βήματα της διάδρασης έγιναν στον χώρο της εργασίας και ειδικά στον χώρο των εκδόσεων έντυπου υλικού και όπως ήταν επόμενο

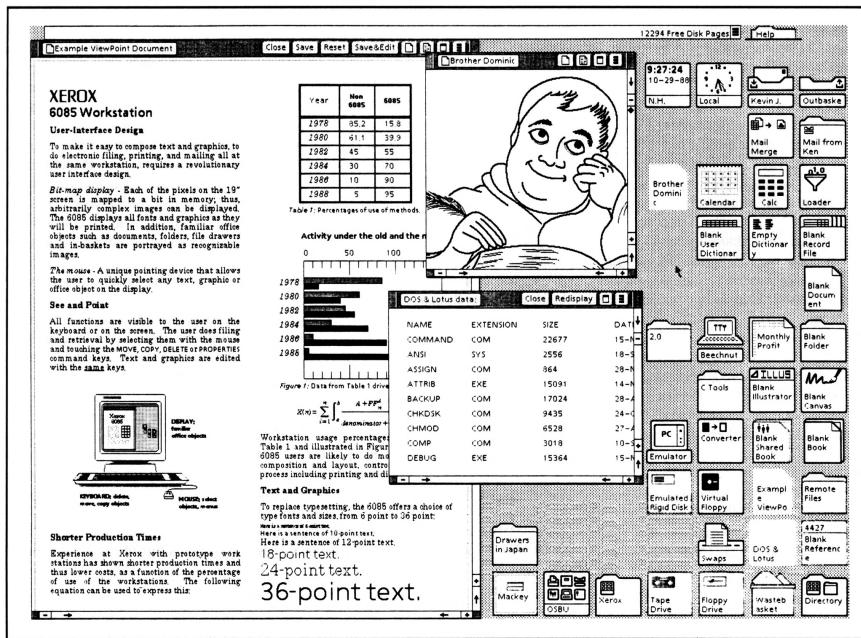


Figure 1: Η επιφάνεια εργασίας ως μεταφορά για την χρήση του υπολογιστή σε γραφικό περιβάλλον είναι περισσότερο αποτέλεσμα των αναγκών που είχαν οι πελάτες και χρήστες των πρώτων επιτραπέζιων υπολογιστών οι οποίοι ήθελαν ένα εργαλείο που να διεκυκολύνει τις διεργασίες σε εκδοτικούς οργανισμούς.

ένα μεγάλο μέρος από αυτό που έγινε γνωστό αργότερα ως επιτραπέζιο γραφικό περιβάλλον εργασίας βασίζεται στις αντίστοιχες ανάγκες. Το πληκτρολόγιο ήταν απαραίτητο για την εισαγωγή και επεξεργασία του κειμένου, ενώ το καινοτόμο ποντίκι επέτρεψε την εύκολη πλοήγηση ανάμεσα σε πολλές επιλογές υπολογισμού, τις οποίες σε άλλες περιπτώσεις θα έπρεπε να απομνημονεύσει ο χρήστης.



Figure 2: Το αρχικό πρωτότυπο για το ποντίκι στα μισά του 1960 είναι μορφολογικά ακριβώς το ίδιο με τις αντίστοιχες συσκευές που συνεχίσουν να παράγονται με μεγάλη επιτυχία 40 χρόνια μετά, αν και φυσικά έχει βελτιστοποιήσει πολλές από τις επιμέρους λειτουργικές ιδιότητες του

Το ποντίκι στα πρώτα συστήματα διάδρασης ήταν απλά μια συσκευή επιλογής κειμένου. Στην πορεία και καθώς η οθόνη εμπλουτίστηκε με περισσότερα στοιχεία γραφικών, όπως τα παράθυρα και τα εικονίδια, το ποντίκι κράτησε τον ρόλο του ως η πιο αποδοτική συσκευή επιλογής στόχου και μετακίνησης αντικειμένων στην οθόνη. Από τα πρώτα εμπορικά βήματα, το ποντίκι είχε διαφορετικό αριθμό πλήκτρων ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Για παράδειγμα, οι υπολογιστές της Apple συνοδεύονταν από το ποντίκι με ένα κουμπί, ενώ οι περισσότερες από τις άλλες εμπορικές προτάσεις είχαν δύο ή τρια κουμπιά. Στο πέρασμα των χρόνων και καθώς το ποντίκι κέρδιζε την θέση του σε περισσότερες και πιο πολύπλοκες εφαρμογές ο σχεδιασμός του επαυξήθηκε τόσο με επιπλέον κουμπιά όσο και με νέες λειτουργίες που γεφύρωσαν το χάσμα με τις πολύ δημοφιλείς οθόνες αφής.

Ο αριθμός των κουμπιών σε ένα ποντίκι δεν είναι από μόνος του ικανός για να καθορίσει την αποτελεσματικότητα του αν δεν γνωρίζουμε τις ανάγκες και τις διεργασίες του χρήστη. Εποι, το ποντίκι με ένα πλήκτρο είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για αρχάριους χρήστες, καθώς δεν επιτρέπει το λάθος, αφού υπάρχει μόνο μια λειτουργία. Καθώς ο υπολογιστής απέκτησε μεγαλύτερη ισχύ και δικτύωση, και κυρίως καθώς οι ανθρώπινες ανάγκες και χρήσεις του υπολογιστή επεκτάθηκαν και σε άλλους τομείς πέρα από την εργασία, νέες συσκευές εισόδου και εξόδου απέκτησαν σημασία, όπως είναι η κάμερα, το μικρόφωνο, τα χειριστήρια. Η πρώτη περίοδος των υπερμέσων και πολυμέσων ήταν περιορισμένη σε στατικά αποθηκευτικά μέσα όπως οι οπτικοί δίσκοι, αλλά η εξάπλωση της δικτύωσης μετέφερε την απόθηκευση, επεξεργασία, και διανομή τους μέσω του δικτύου των υπολογιστών με την συμμετοχή των χρηστών.



Figure 3: Η Apple σκόπιμα έβαλε μόνο ένα πλήκτρο στο ποντίκι που συνδδευε τον πρώτο εμπορικά επιτυχημένο επιτραπέζιο υπολογιστή με επιφάνεια εργασίας, γιατί με αυτόν τον τρόπο, αν και μείωνε τις δυνατότητες της συσκευής εισόδου, ταυτόχρονα έκανε την συσκευή πιο απλή και μηδένιζε την πιθανότητα ο χρήστη να πατήσει λάθος πλήκτρο, αφού είχε μόνο ένα.

Είσοδος, έξοδος, και μοντέλα διάδρασης

Αν και η τεχνολογία των υπολογιστών έχει κάνει πολύ μεγάλη ποσοτική πρόοδο αναφορικά με την ταχύτητα και το μέγεθος των δεδομένων που μπορούν να επεξεργαστούν, την ίδια στιγμή, η πρόοδος αυτή δεν έχει μεγάλο αντίκρισμα στην ποιότητα της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η ποιότητας της διάδρασης εξαρτάται τόσο από τον υπολογιστή, όσο και από τον ανθρώπο. Μπορούμε να σκεφτούμε και να δημιουργήσουμε πολλές διαφορετικές συσκευές εισόδου και εξόδου για την επικοινωνία με τον ανθρώπο, όμως αν αυτές δεν είναι συμβατές με τις ανάγκες του ή αν δεν γίνουν αποδεκτές τότε δεν έχουμε πετύχει κάποια πρόοδο. Επομένως, η πρόκληση που παραμένει ανοικτή είναι να κατασκευάσουμε εκείνες τις συσκευές εισόδου και εξόδου που είναι κατάλληλες για τις ανάγκες του ανθρώπου και των δραστηριότητων του.

Η διάκριση ανάμεσα σε συσκευές εισόδου και εξόδου είναι περισσότερο τεχνιτή παρά πραγματική και γίνεται χάριν της ανάλυσης, αφού τελικά αυτό που μας ενδιαφέρει, δηλαδή το μοντέλο της διάδρασης είναι πάντα ένας συνδυασμός αυτών των δύο. Ο χρήστης μέσω της συσκευής εισόδου θα μεταδώσει την πρόθεση του στον υπολογιστή, ο οποίος θα επικοινωνήσει την κατάσταση του μέσω μιας συσκευής εξόδου.

Σχεδίαση μοντέλων διάδρασης

Έχοντας προσεγγίσει την διάδραση τόσο από την πλευρά του ανθρώπου όσο και από την πλευρά του υπολογιστή, θα στρέψουμε την προσοχή μας στον μεταξύ τους διάλογο, όπου θα εξετάσουμε διάφορα μοντέλα διάδρασης. Η μεγάλη πρόκληση στην σχεδίαση των μοντέλων διάδρασης βρίσκεται στο γεφύρωμα των διαφορών που υπάρχουν ανάμεσα στην εικόνα που έχει ο τελικός χρήστης για το σύστημα και σε αυτήν που έχουν οι κατασκευαστές του για το πως λειτουργεί το σύστημα εσωτερικά. Το χάσμα αυτό αποτελεί πρόκληση κυρίως γιατί οι ανάγκες των χρηστών είναι ένας κινούμενος στόχος αφού οι χρήστες έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους και ακόμη περισσότερο ο ίδιος χρήστης έχει διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις ανάλογα με την χρονική στιγμή και την περίσταση. Τέλος, η κάθε τεχνολογική παρέμβαση επηρεάζει ή τουλάχιστον επαναπροσδιορίζει τις ανάγκες των χρηστών και δημιουργεί μια αυτοτροφοδοτούμενη ανάγκη για νέα μοντέλα διάδρασης.

Οι σχεδιαστές προσπαθούν να γεφυρώσουν το χάσμα με γενικά μοντέλα διάδρασης. Τα μοντέλα διάδρασης μας βοηθούν να κατανοήσουμε τι συμβαίνει κατά την επικοινωνία μεταξύ του χρήση και του συστήματος. Η εργονομία ασχολείται με τα φυσικά χαρακτηριστικά της διάδρασης, και πως αυτά επηρεάζουν την αποτελεσματικότητά της. Ο διάλογος μεταξύ του χρήστη και του συστήματος επηρεάζεται από το στυλ της διεπαφής ανθρώπου-υπολογιστή και το στυλ αυτό είναι το βασικό αντικείμενο της

σχεδίασης όπως τουλάχιστον θα φανεί στο τελικό χρήστη. Η διάδραση λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα κοινωνικό και οργανωτικό πλαίσιο, το οποίο επηρεάζει τόσο τον χρήστη, όσο και το σύστημα. Τα υποδείγματα διάδρασης παρέχουν μια καλή θεώρηση του ιστορικού των διαδραστικών συστημάτων υπολογιστών.

Είσοδος

Υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία από συσκευές εισόδου για τον υπολογιστή και η επιλογή της κατάλληλης συσκευής εισόδου εξαρτάται λιγότερο από την τεχνολογία και περισσότερο από τον χρήστη, το πλαίσιο χρσής, καθώς και τις διεργασίες του. Αρχικά, στους πρώτους κεντρικούς υπολογιστές η είσοδος βασιζόταν στο χαρτί, αφού το χαρτί ήταν από πολύ παλιά ένα μέσο πολύ οικείο για τον άνθρωπο. Καθώς οι υπολογιστές μετασχηματίζονται σε νέες φόρμες και χρήσεις, όπως είναι οι επιτραπέζιοι, οι κινητοί, και οι διάχυτοι, δημιουργούνται νέοι τρόποι ελέγχου και νέες συσκευές εισόδου. Μερικές από τις πιο δημοφιλείς συσκευές εισόδου στους επιτραπέζιους υπολογιστές είναι το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, η πένα, το χειριστήριο (παιχνιδιών), το trackpad, η κάμερα, κτλ. Στον κινητό υπολογισμό έχουμε επιπλέον συστήματα εισόδου όπως η γεωγραφική θέση, ο προσανατολισμός, το επιταγχυσόμετρο, ενώ στον διάχυτο υπολογισμό (π.χ., φορετοί υπολογιστές, έξυπνα ρολόγια) έχουμε επιπλέον συστήματα εισόδου όπως οι αισθητήρες περιβαλλοντικών και βιολογικών σημάτων. Η επιλογή συσκευών εισόδου γίνεται περισσότερο ενδιαφέρουσα (και πολύπλοκη) όταν θέλουμε να συνδυάσουμε διαφορετικές συσκευές εισόδου.

Ενας δημοφιλής και απλός τρόπος για να ταξινομήσουμε τις συσκευές εισόδου είναι με δύο παραμέτρους που αντιστοιχούν στον αριθμό των διαστάσεων και στην ιδιότητα που παρακολουθεί η συσκευή εισόδου. Για παράδειγμα, το ποντίκι μπορεί να έχει μια ροδέλα κύλησης η οποία επιτρέπει την εύκολη κατακόρυφη ροή σελίδων κειμένου στην οθόνη, ενώ ταυτόχρονα παρακολουθεί την θέση της συσκευής πάνω στις δύο διαστάσεις του τραπεζιού για να μετακινήσει αντίστοιχα τον δείκτη στην οθόνη. Με την χρήση μιας κάμερας βάθους πέδιου μπορούμε να παρακολουθήσουμε την κίνηση των δακτύλων ή όλου του σώματος σε τρεις διαστάσεις. Βλέπουμε λοιπόν ότι για την ίδια παράμετρο (αριθμός διαστάσεων) μπορούμε ενα έχουμε την ίδια συσκευή εισόδου ή διαφορετικές καθώς και ένα μεγάλο εύρος από αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να αποτελούνται από μηχανικά, ηλεκτρονικά, και οπτικά μέρη. Εκτός από την παράμετρο του αριθμού των διαστάσεων που καταγράφει μια συσκευή εισόδου, η δεύτερη παράμετρος είναι το είδος της κίνησης που καταγράφεται. Το είδος της κίνησης μπορεί να είναι η θέση (π.χ., ποντίκι πάνω σε τραπέζι), η κίνηση (π.χ., ροδέλα κύλησης), και η πίεση (π.χ., πλήκτρο). Η αποτύπωση αυτών (ή διαφορετικών) των παραμέτρων και η συμπλήρωση των αντίστοιχων συσκευών εισόδου, μας επιτρέπει να δημιουργήσουμε έναν σχεδιαστικό χώρο όπου φαίνονται άμεσα οι ευκαιρίες για νέες συσκευές εισόδου.

		Number of Dimensions						
		1	2		3			
Property sensed	Position	Rotary Pot	Sliding Pot	Tablet	Light Pen	Joystick	3D Joystick	M
				Touch Tablet	Touch Screen			T
Motion	Continuous Rotary Pod	Treadmill Thumbwheel			Trackball	Trackball	M	
		Tasa Ferinstat			Tasa X-Y Pad		T	
Pressure	Torque Sensing Pad	Pressure Pad			Isometric Joystick		T	

Figure 4: Οι σχεδιαστές έχουν προσπαθήσει να οργανώσουν τις πολλές διαθέσιμες συσκευές εισόδου σε κατηγορίες, ώστε να διευκολύνουν τόσο την κατανόηση τους, όσο και τον σχεδιασμό νέων συσκευών εισόδου

Η κατασκευή νέων συσκευών εισόδου είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα αλλά και σύνθετη εργασία. Από την μια πλευρά η κατασκευή νέων συσκευών εισόδου δίνει στον άνθρωπο νέες επαυξημένες δυνατότητες για να ενεργήσει στον κόσμο της πληροφορίας, ο οποίος αντιπροσωπεύει ή ακόμη και ελέγχει τον πραγματικό κόσμο. Από την άλλη πλευρά η κατασκευή νέων συσκευών εισόδου επηρεάζεται από ένα μεγάλο εύρος από παραμέτρους, των οποίων η σύνθεση είναι δύσκολο να είναι γνωστή σε βάθος από τους σχεδιαστές. Για παράδειγμα, η σχεδίαση της συσκευής εισόδου ποντίκι υλοποίησε στο ακέραιο το όραμα του σχεδιαστή του για την επαύξηση της ανθρώπινης σκέψης, αφού έδωσε πρόσβαση στους υπολογιστές και στην πληροφορία σε ένα μεγάλο εύρος χρηστών πέρα από τους ειδικούς. Ταυτόχρονα όμως η κατασκευή της συσκευής εισόδου ποντίκι δεν ήταν άμεσα προφανής αφού υπάρχουν πάντα πολλές εναλλακτικές συσκευές εισόδου για τον ίδιο σκοπό. Ακόμη, η συσκευή εισόδου ποντίκι βρίσκεται σε έναν συνεχή μετασχηματισμό καθώς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως το πλαίσιο χρήσης, οι προτιμήσεις, και κατανόηση που έχουν οι σχεδιαστές του. Αντίστοιχα, η κατασκευή κάθε νέας συσκευής εισόδου θα πρέπει να ισορροπήσει ανάμεσα σε όλες τις παραπάνω δυνάμεις.

Εξόδος

Οι υπολογιστές έχουν την δυνατότητα να επεξεργάζονται πληροφορία που τελικά αναπαριστούν μέσα από πολλά διαφορετικά κανάλια. Οι πρώτοι κεντρικοί υπολογιστές είχαν ως έξοδο το χαρτί, ακριβώς όπως είχαν το χαρτί ως είσοδο, γιατί αυτός ήταν ο πιο αποτελεσματικός τρόπος διάδρασης με τους ανθρώπους, που έχουν από πολύ παλιά μια οικειότητα με το χαρτί. Καθώς ο υπολογιστής απέκτησε νέες μορφές, όπως είναι ο επιτραπέζιος, ο κινητός, και ο διάχυτος, αναπτύχθηκαν νέοι τρόποι αναπαράστασης της πληροφορίας. Η οθόνη του υπολογιστή είναι με μεγάλη διαφορά η πιο δημοφιλής συσκευή εξόδου γιατί μπορεί να έχει πολλά σχήματα και μεγέθη, ανάλογα με την φόρμα του υπολογιστή (π.χ., επιτραπέζιος, φορητός, φορετός, δωματίου, κτλ), και στην περίπτωση που είναι οθόνη εικονοστοιχείων μπορεί να οπτικοποιήσει την πληροφορία με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Εκτός από την οθόνη, τα ηχεία επιτρέπουν στον υπολογιστή να επικοινωνήσει μέσω του ήχου ή ακόμη και της φυσικής γλώσσας με ομιλία. Στις μικρότερες φόρμες των υπολογιστών (π.χ., κινητός, φορετός) καθώς και στα πλαίσια χρήσης όπου η οπτική προσοχή του ανθρώπου είναι στραμένη αλλού (π.χ., οδήγηση, άθληση) οι ενδεικτικές λυχνίες καθώς και η δύνηση αποκτούν κυρίαρχο ρόλο.

Η κυριαρχία της οθόνης ως συσκευής εξόδου είναι τόσο μεγάλη που στις περισσότερες πηγές για την κατασκευή της διάδρασης υπονοείται η χρήση της, χωρίς να αφήνονται περιθώρια για την θώρηση εναλλακτικών συσκευών εξόδου. Επιπλέον, η ωριμότητα και το προσιτό κόστος των προβολών στις δύο διαστάσεις έχει αφήσει στο περιθώριο την περισσότερο φυσική για

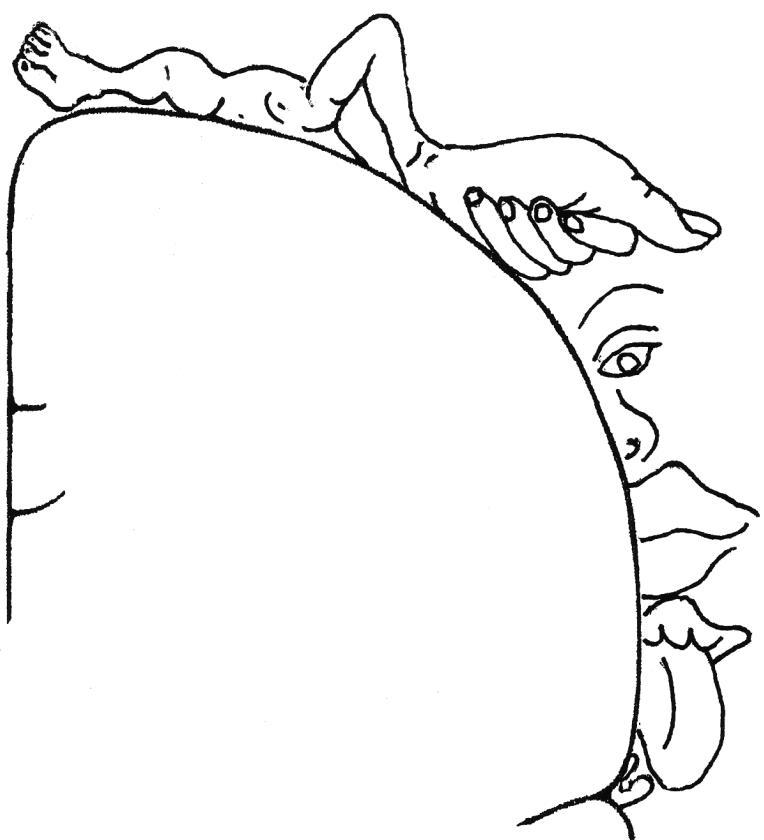


Figure 5: Πριν την κατασκευή νέων συσκευών εισόδου και εξόδου για του χρήστη θα πρέπει να εξετάσουμε τις δυνατότητες του ανθρώπου

τον άνθρωπο προβολή στις τρεις διαστάσεις και τα αντίστοιχα εικονικά περιβάλλοντα. Από μια ανθρωποκεντρική σκοπιά, αν εξετάσουμε τα αισθητήρια όργανα του ανθρώπου διαπιστώνουμε ότι η αισθηση της αφής, ειδικά αυτή στις άκρες των δακτύλων είναι από τις πιο πλούσιες σε νευρικές απολήξεις άρα τόσο σε εύρος όσο και σε είδος, αφού μπορεί να αντιληφθεί την υφή, το σχήμα, την θερμοκρασία υλικών. Με δεδομένο ότι οι διαθέσιμες τεχνολογίες που επαυξάνουν την αφή δεν είναι ακόμη τόσο ώριμες όσο οι τεχνολογίες για τις οθόνες, γινεται φανερό ότι η κυριαρχία της οθόνης ως συσκευής εξόδου είναι περισσότερο απότελεσμα μιας τεχνολογικής περιστασής και όχι τόσο της ανάγκης για ανθρωποκεντρική κατασκευή της διάδρασης. Οπως και στην περίπτωση των συσκευών εισόδου, έτσι και για τις συσκευές εξόδου τα πιο ενδιαφέροντα αλλά και δύσκολα στην κατασκευή συστήματα διάδρασης βασίζονται στην σύνθετη ή πολυτροπική διάδραση που εξετάζεται στην επόμενη ενότητα.

Πολυτροπική Διάδραση

Στις προηγούμενες ενότητες είδαμε ξεχωριστά μια σειρά από συσκευές εισόδου (π.χ., ποντίκι) και εξόδου (π.χ., οθόνη), καθώς και τα στυλ διάδρασης που επιτρέπουν (π.χ., μενού), αλλά δεν έχουμε δει καθόλου συνδυασμούς τους. Ειδικά, η δημοφιλής επιφάνεια εργασίας στον επιτραπέζιο υπολογιστή είναι παράδειγμα μιας μονοδιάστατης αντίληψης για την διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Αν σκεφτούμε πως βλέπει τον χρήστη ένας υπολογιστής με διάδραση τύπου επιφάνεια εργασίας, τότε καταλήγουμε πως η εικόνα που έχει ο υπολογιστής για εμάς δεν είναι πλήρης γιατί μοιάζει με μια παλάμη, με ένα δάκτυλο, και ένα μάτι. Με δεδομένη την δυνατότητα του ανθρώπου να εκφράζει τις προθέσεις του και να προσλαμβάνει ερεθίσματα με ένα πολύ πλουσιότερο φάσμα κινήσεων και αισθήσεων καταλήγουμε ότι η διάδραση με την επιφάνεια εργασίας είναι απλά μια μικρή υπο-περίπτωση της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή.

Το συμπέρασμα από την σύγκριση της καθιερωμένης διάδρασης με την επιφάνεια εργασίας και των δυνατοτήτων του ανθρώπου μας δίνει νέους ορίζοντες για το πεδίο ορισμού του φαινομένου της διάδρασης. Το διευρυμένο πεδίο ορισμού της διάδρασης μπορεί να προσδιοριστεί με βάση τις δυνατότητες του ανθρώπου που δεν έχουν ακόμη ρόλο σε συνδυασμό με ένα νέο πλαίσιο χρήσης, πέρα από το γραφείο και τον επιτραπέζιο υπολογιστή.

Φυσική Διάδραση

Με τον όρο φυσική διάδραση ενοούμε ένα σύνολο από δεξιότητες που είναι δεδομένες για τους ανθρώπους, όπως είναι οι χειρονομίες, οι εκφράσεις του προσώπου, η αναγνώριση φυσικής γλώσσας, κτλ. Η φυσική διάδραση ανθρώπου-υπολογιστή φαίνεται να είναι ο πιο λογικός τρόπος για να

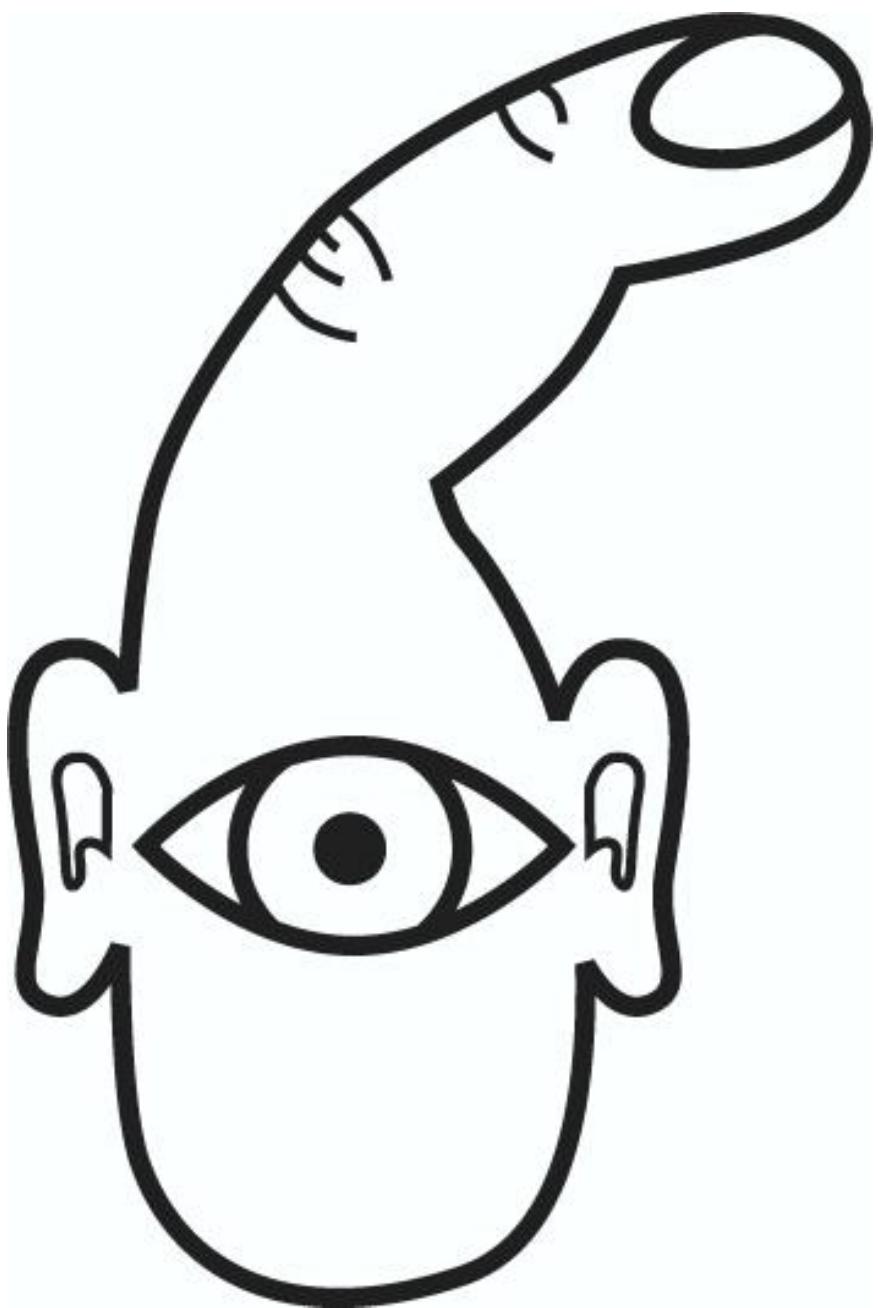


Figure 6: ο Tom Igoe έχει σχεδιάσει μια (όχι ιδιαίτερα κολακευτική) εικόνα για το πως ένας επιτραπέζιος υπολογιστής με διάδραση που βασίζεται στην επιφάνεια εργασίας βλέπει τον χρήστη

γεφυρώσουμε τις διαφορές που έχουν άνθρωποι και υπολογιστές. Στην πράξη, αν και τα συστήματα φυσικής διάδρασης έχουν ωριμάσει αρκετά, η αποτελεσματικότητα τους είναι αποδεκτή μόνο σε πολύ στενά πλαίσια της ανθρώπινης δραστηριότητας. Οι περιορισμοί που έχουν τα συστήματα φυσικής διάδρασης έχουν να κάνουν με την αδυναμία να δώσουν ανάδραση για την παρούσα κατάσταση, και κυρίως με την περιορισμένη εικόνα που έχει ο χρήστης για τις πιθανές δράσεις. Από την μια πλευρά ο χρήστης δεν χρειάζεται να προσαρμοστεί στο μοντέλο λειτουργίας του συστήματος (αφού αυτό είναι τελίως φυσικό και βασίζεται απόλυτα στις ανθρώπινες δεξιότητες), αλλά από την πλευρά η φυσική διάδραση δεν επιτρέπει την δημιουργία σύνθετων συστημάτων, αφού είναι δύσκολο να ξέρει ο χρήστης που βρίσκεται και τι μπορεί να κάνει. Επιπλέον, η φυσική διάδραση σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολο να κατασκευαστεί με τρόπο γενικό που να καλύπτει όλους τους ανθρώπους γιατί υπάρχει πολύ μεγάλη διακύμανση σε φυσικές δεξιότητες όπως οι χειρονομίες ή η ομιλία.

Αμεση και Εμμεση Διάδραση

Ανάμεσα στους πολλούς τρόπους για να ταξινομήσουμε τις συσκευές εισόδου ξεχωρίζουμε την διάκριση στις κατηγορίες της άμεσης και της έμμεσης διάδρασης. Το ποντίκι είναι ο βασικός εκπρόσωπος της έμμεσης διάδρασης, αφού για να μετακινήσουμε τον δείκτη σε μια συσκευή εξόδου (π.χ., οθόνη) μετακινούμε μια διαφορετική συσκευή, όπως το ποντίκι. Από την άλλη πλευρά, η οθόνη αφής ανήκει στις συσκευές εισόδου άμεσης διάδρασης, γιατί για να επιλέξουμε ένα στόχο, ή για να μετακινήσουμε ένα αντικείμενο το χειριζόμαστε με τα χέρια μας απευθείας πάνω στην οθόνη χωρίς να μεσολαβεί κάποια ενδιάμεση μετάφραση. Από την άποψη της διάκρισης σε άμεσες και έμμεσες συσκευές, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και η συσκευή εισόδου της πένας, η οποία μπορεί να ανήκει και στις δύο κατηγορίες.

Αν και σε πρώτη ανάγνωση οι συσκευές άμεσης διάδρασης φαίνεται να έχουν πολλά πλεονεκτήματα, τουλάχιστον αναφορικά με την ευκολία εκμάθησης, υπάρχουν πολλές περιπτώσεις όπου μια συσκευή έμμεσης διάδρασης υπερτερεί. Για παράδειγμα, η επιλογή μικρών στόχων ή ακόμη δυσκολότερα ο χειρισμός τους με άμεση διάδραση, π.χ., πάνω σε μια οθόνη αφής δεν είναι εύκολος, εκτός και αν υπάρχει ειδική υποστήριξη από το αντίστοιχο λογισμικό. Για το τελευταίο, χαρακτηριστική περίπτωση είναι η μικρομετρική αναζήτηση πάνω στον χρόνο για ένα βίντεο ή για ένα μουσικό τραγούδι.

Η συσκευή εισόδου πένα έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί συνδυάζει και τους δύο τύπους διάδρασης με συσκευές εισόδου, αλλά κυρίως γιατί ιστορικά εμφανίστηκε ταυτόχρονα με την συσκευή εισόδου ποντίκι, αλλά τελικά δεν είχε την ίδια αποδοχή. Πρώτα από όλα, η πένα είναι μια συσκευή εισόδου που μπορεί να λειτουργήσει τόσο ως άμεσης όσο ως έμμεσης

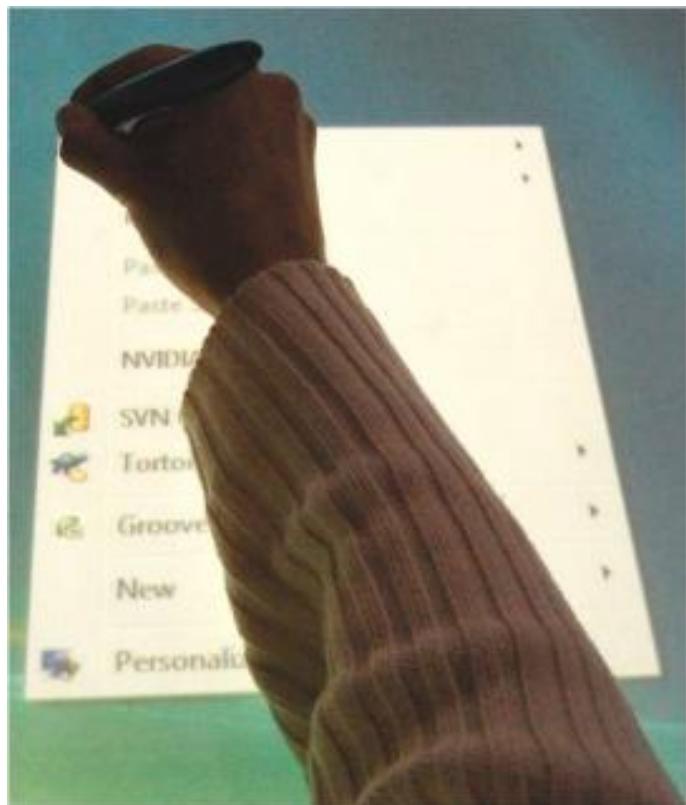


Figure 7: Η άμεση διάδραση με συσκευές αφής έχει το μειονέκτημα ότι το χέρι ή τα δάκτυλα μπορεί να καλύπτουν τον στόχο ή το αντικείμενο που θέλουμε να επιλέξουμε ή να μετακινήσουμε, φαινόμενο γνωστό ως occlusion, εκτός και αν αυτό είναι αρκετά μεγάλο ή εκτός και αν χρησιμοποιηθούν τεχνικές που αναιρούν το occlusion



Figure 8: Εκτός από το ποντίκι, οι ερευνητές δοκίμασαν και άλλες συσκευές εισόδου, όπως η πένα, η οποία επιτρέπει τόσο άμεση όσο και έμεση διάδραση. Η πένα αν και φαίνεται πιο φυσική για τον άνθρωπο, αποδείχτηκε έχει το μειονέκτημα της μικρότερης ακρίβειας καθώς και της κούρασης του χεριού σε σχέση με το ποντίκι.

διάδρασης. Για παράδειγμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την πένα απευθείας πάνω σε μια οθόνη, οπότε έχουμε μια διάδραση που είναι ανάλογη της χρήσης του μολυβιού πάνω σε χαρτί. Επιπλέον, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την πένα ως συσκευή έμεσης εισόδου, ακριβώς όπως χρησιμοποιούμε το ποντίκι όπου η διαφορά, εκτός από το κράτημα της συσκευής, βρίσκεται στο γεγονός ότι η πένα συνήθως έχει ένα-προς-ένα σχέση με την συσκευή εξόδου ακόμη και στην περιπτώση που λειτουργεί ως έμεση συσκευή εισόδου. Αν και από τα παραπάνω η πένα φαίνεται να είναι μια ευέλικτη και επιθυμητή συσκευή εισόδου στην πράξη έχει αποδειχτεί ότι κουράζει το χέρι, ενώ δεν έχει την ταχύτητα και την ακρίβεια του ποντικιού. Φυσικά, υπάρχουν κάποιες επιμέρους εφαρμογές του χρήστη, όπως αυτές τις σχεδίασης όπου η πένα μπορεί να έχει κάποια πλεονεκτήματα ενάντι του ποντικιού.

Μίκρο-επερχεργαστές ως υλικό σχεδίασης

Εκτός από το Lilypad, το MakeyMakey είναι ένα ακόμη Arduino που αποδεικνύει την ευελιξία της πλατφόρμας και την ανάγκη να προγραμματίσουμε την διάδραση γρήγορα, οικονομικά, και πέρα από τις συσκευές εισόδου και εξόδου του επιτραπέζιου υπολογιστή. Οι σχεδιαστές του MakeyMakey διαπίστωσαν ότι ένα μεγάλο μέρος της χρήσης του κλασικού Arduino περιλαμβάνει την δοκιμή νέων συσκευών εισόδου, δύον οι επίδοξοι σχεδιαστές έπρεπε να φτιάξουν ένα εξωτερικό κύκλωμα που διευκολύνει την αγωγιμότητα ανάμεσα στην νέα συσκευή εισόδου και το Arduino, το οποίο παίζει τον ρόλο της γέφυρας ανάμεσα στην είσοδο του χρήστη και τον επιτραπέζιο υπολογιστή που επεξεργάζεται την εντολή που λαμβάνει από το Arduino. Στις περισσότερες περιπτώσεις μάλιστα οι εντολές από το Arduino έχουν αντιστοιχία με κουμπιά από το πληκτρολόγιο γιατί αυτή η επιλογή διευκολύνει πολύ την ανάπτυξη του προγράμματος διάδρασης στον επιτραπέζιο υπολογιστή με οποιοδήποτε λογισμικό, από έναν φυλομετρητή μέχρι εξειδικευμένο λογισμικό. Για αυτόν τον λόγο, το MakeyMakey είναι ένα Arduino που λαμβάνει σήμα εισόδου από αγώγιμα υλικά και τα μεταφράζει σε πατήματα του πληκτρολογίου.

Μαζί με το Arduino, το RaspberryPi είναι μια ακόμη συσκευή που βασίζεται στον ανοικτό κώδικα για να προσφέρει έναν μικρό σε μέγεθος και οικονομικό υπολογιστή. Οι ομοιότητες ανάμεσα στο Arduino και στο RaspberryPi δεν σταματάνε στον ανοικτό κώδικα και στην οικονομία, αλλά συνεχίζονται και στα κίνητρα, αφού και στις δύο περιπτώσεις η εκπαίδευση παίζει κυρίαρχο ρόλο τουλάχιστον στο αρχικό σχεδιασμό. Η διαφορά στην περίπτωση του RaspberryPi είναι ότι σχεδιάστηκε για την εκπαίδευση στον προγραμματισμό των υπολογιστών με έμφαση στα παιδιά. Η έμπνευση για το RaspberryPi είναι οι πρώτοι οικιακοί υπολογιστές της δεκαετίας του 1970-80, οι οποίοι ήταν πολύ απλές συσκευές που μπορούσαν να συνδεθούν στην τηλεόραση και αμέσως μετά κάποιος μπορούσε να αρχίσει να δημιουργεί ή τουλάχιστον να έχει μια διάδραση σε επίπεδο που βοηθάει

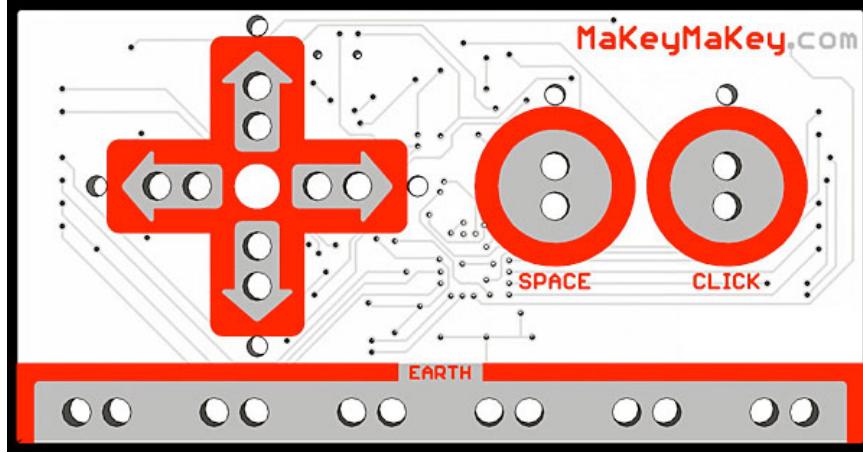


Figure 9: Το Makey Makey είναι ένα Arduino που έχει οργανωθεί και προγραμματιστεί έτσι ώστε να διευκολύνει τον πειραματισμό με νέες συσκευές εισόδου.

στην κατανόηση της λειτουργίας του υπολογιστή. Σε αντίθεση με την εικόνα που δίνει ο παγκόσμιος ιστός και τα κοινωνικά δίκτυα που είναι τα κυρίαρχα μέσα με τα οποία μεγάλωσε οι νέα γενιά του 1990-2000, το RaspberryPi βασίζεται στο λειτουργικό σύστημα Linux και πρεσβεύει μια πιο κοντινή σχέση με τον υπολογιστή.



Figure 10: Το RaspberryPi δημιουργήθηκε για να δώσει πρόσβαση στον προγραμματισμό του υπολογιστή σε όσο γίνεται περισσότερους χρήστες και με ιδιαίτερη έμφαση στα παιδιά.

Αν και σε πρώτη ανάγνωση τα RaspberryPi και Arduino μπορεί να φαίνονται ανταγωνιστικά, αφού από την πλευρά της φόρμας και τους κόστους βρίσκονται στην ίδια τάξη μεγέθους, στην πράξη όμως η λειτουργικότητα τους είναι συμπληρωματική κυρίως γιατί καλύπτουν πολύ διαφορετικές

ανάγκες. Το RaspberryPi είναι ένας πολύ ισχυρός πολυμεσικός υπολογιστής κατάλληλος για πολλές εργασίες που κάνουν οι προσωπικοί επιτραπέζιοι και φορητοί υπολογιστές. Στο πλαίσιο της κατασκευή συσκευών εισόδου και εξόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή πρωτοτύπων που απαιτούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ κατά την επεξεργασία αλλά και την είσοδο-έξοδο προς τον χρήστη, αφού εκτός από έναν δυνατό κεντρικό επεξεργαστή προσφέρει και μεγάλο εύρος ζώνης στα κανάλια εισόδου και εξόδου. Αντίθετο το Arduino ξεχωρίζει για την χαμηλή υπολογιστική ισχύ και το στενό εύρος ζώνης που όμως έρχονται με μικρότερο κόστος ενεργειακής λειτουργίας, γεγονός που το κάνει κατάλληλο για την κατασκευή πρωτοτύπων για συσκευές που πρέπει να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, όπως φορέτοι και διάχυτοι υπολογιστές.

Σύνθετα Μοντέλα Διάδρασης

Ενα παραδείγμα σύνθετης διάδρασης η οποία κάνει ένα βήμα μπροστά και που εμπλουτίζει την επιφάνεια εργασίας με περισσότερες κινήσεις από το ανθρώπινο ρεπερτόριο είναι αυτό του υπολογιστή ταμπλέτας και είσοδο από πένα. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ένα πλεονέκτημα τουλάχιστον στις διεργασίες επεξεργασίας κειμένου, καθώς ο χρήστης δεν χρειάζεται να πάρει το χέρι του από το πληκτρολόγιο και να μετακινήσει το ποντίκι για την επιλογή μιας επιπλέον λειτουργίας. Αντί για αυτήν την εναλλαγή ανάμεσα σε δύο διαφορετικές συσκευές εισόδου, η διάδραση με την ταμπλέτα και την πένα επιτρέπει την χρήση φυσικής γλώσσας για την συγγραφή με την πένα και ταυτόχρονα η πένα μπορεί να λειτουργήσει και ως δείκτης ώστε να γίνουν η επιλογή κάποιας επιπλέον λειτουργίας.

Παράθυρα και επιφάνεια εργασίας Σε έναν επιτραπέζιο υπολογιστή με πληκτρολόγιο, ποντίκι, και οθόνη δύο διαστάσεων συνήθως έχουμε τα παράθυρα και την επιφάνεια εργασίας ως βασική αναλογία-μεταφορά για την διάδραση με τον χρήστη. Στην κατηγορία αυτήν εμπίπτουν πολλά συστήματα τα οποία μπορεί να έχουν πολλές επιμέρους διαφορές τόσο σε εμφάνιση όσο και σε λειτουργία. Για παράδειγμα, η πιο απλή επιφάνεια εργασίας στο λειτουργικό σύστημα UNIX που βασίζεται στο παραθυρικό σύστημα X-Windows χρησιμοποιεί τα παράθυρα για να οργανώσει εφαρμογές, οι οποίες έχουν διεπαφή με κείμενο παρά με εικονείδια. Φυσικά υπάρχουν παραθυρικά συστήματα στο UNIX τα οποία είναι εξίσου πλούσια με αυτά που συναντάμε στα εμπορικά συστήματα (π.χ., MAC OS X, Microsoft Windows), όμως ένα μεγάλο μέρος του πλαισίου χρήστης του UNIX αφορά λειτουργίες διαχείρησης συστήματος στα χαμηλότερα επίπεδα (π.χ., χρήστες, βάση δεδομένων, δίκτυα, κτλ), λειτουργίες που έχουν μεγάλο κέρδος από ένα πλήρες παραθυρικό περιβάλλον. Το συμπέρασμα από αυτό το παράδειγμα είναι ότι τα παράθυρα είναι απλά ένα από τα αρχέτυπα διάδρασης που συνιστούν την επιφάνεια εργασίας

στους επιτραπέζιους υπολογιστές και με τον κατάλληλο συνδυασμό των επιμέρους αρχετύπων διάδρασης μπορεί να εξυπηρετήσει διαφορετικούς χρήστες και τις ανάγκες του.

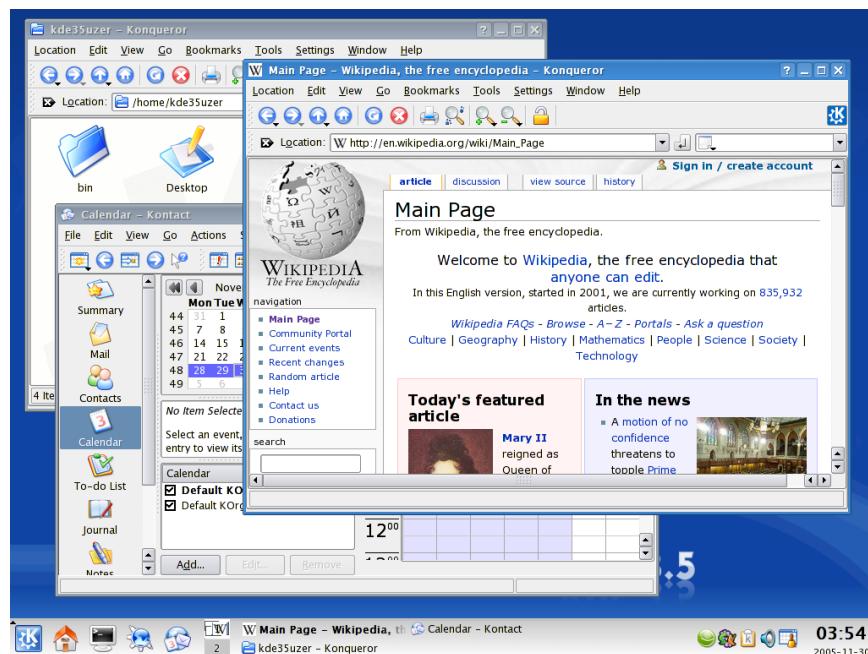


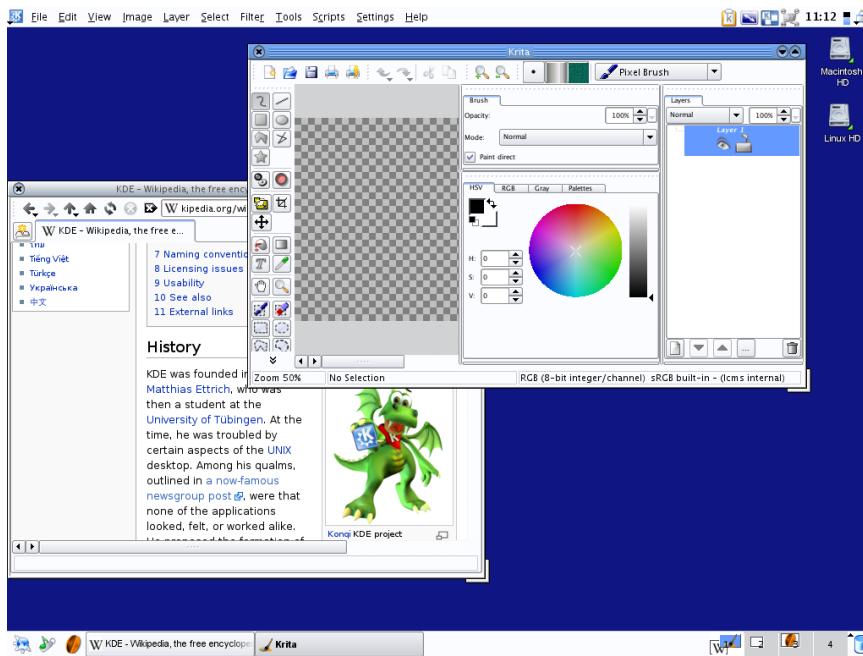
Figure 11: Τα παράθυρα στο λειτουργικό σύστημα Unix χρησιμοποιούνται κυρίως ως πλαίσιο για τις βασικές λειτουργίες με κείμενο που είναι κυρίαρχες σε αυτό το λειτουργικό, οπότε διαπιστώνουμε ότι τα παράθυρα αν και αναγκαία συνθήκη, δεν είναι και ικανή για να έχουμε ένα πλήρες γραφικό περιβάλλον τύπου επιφάνειας εργασίας

Στυλ Διάδρασης Ο συνδυασμός των συστημάτων εισόδου και εξόδου έχει επιτρέψει την δημιουργία μιας σειράς από επιτυχημένα μοτίβα διάδρασης, τα οποία εμφανίζονται είτε ανεξάρτητα είτε σε σύνθετες μορφές. Το πιο παλιό στυλ διάδρασης είναι η γραμμή εντολών, σύμφωνα με το οποίο ο χρήστης πληκτρολογεί τις εντολές. Η φόρμα είναι ένα εξίσου παλιό στυλ διάδρασης, αφού μπορεί να εμφανιστεί ακόμη και σε τερματικά κειμένου, ενώ το ίδιο ισχύει και για το μενού εντολών. Ο απευθείας χειρισμός βασίζεται στο ποντίκι (ή στην αφή/πένα) και σε εικονίδια που αναπαριστούν αντικείμενα ή δράσεις. Η φυσική γλώσσα βασίζεται στην απευθείας αναγνώριση της ανθρώπινης γλώσσας από τον

υπολογιστή και έχει πολλές μορφές, όπως αναγνώριση κειμένου από το πληκτρολόγιο, γραφής, και ομιλίας. Τέλος, η εικονική πραγματικότητα είναι ένα στυλ διάδρασης που προσομειώνει την διάδραση του ανθρώπου με τον πραγματικό κόσμο.

Η δημοφιλής επιφάνεια εργασίας είναι μια σύνθετη διεπαφή χρήστη, αφού στηρίζεται στον απευθείας χειρισμό (π.χ. εικονίδια που αντιπροσωπεύουν φακέλους και εργασίες), αλλά περιέχει και μενού (π.χ., για τις επιμέρους λειτουργίες πάνω σε ένα αρχείο ή φάκελο), φόρμες (π.χ., για τις επιμέρους ρυθμίσεις μιας εφαρμογής ή του λειτουργικού συστήματος), καθώς και γραμμή εντολών (π.χ., για την αναζήτηση ή για επιπλέον λειτουργίες). Επίσης, από την πλευρά των συσκευών εισόδου η επιφάνεια εργασίας μπορεί να λειτουργήσει με διαφορετικούς τρόπους (π.χ., ποντίκι, πληκτρολόγιο, φωνή, γραφή, πένα, κτλ) και ανάλογα με τις ανάγκες και προτιμήσεις του χρήστη. Η ανάγκη συνδυασμού των διαφορετικών στυλ διάδρασης δείχνει ότι δεν υπάρχει κάποιο που να υπερτερεί έναντι των άλλων, αλλά όλα παίζουν ένα διαφορετικό ρόλο ανάλογα με τις ανάγκες και τον σκοπό του χρήστη.





Το σύνθετο στυλ διάδρασης της επιφάνειας εργασίας (WIMP: Windows, Icons, Menus, Pointer) εκτός από τα παραθύρα και τα εικονείδια περιέχει και μενού τα οποία ο χρήστης μπορεί να επιλέξει και να εξερευνήσει με την βοήθεια του δείκτη του ποντικιού ή με ανάλογη συσκευή εισόδου. Τα μενού αλλάζουν περιεχόμενο ανάλογα με την εφαρμογή χρήστη που είναι στο προσκήνιο, αλλά η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα στα διαθέσιμα λειτουργικά συστήματα αφορά την θέση τους που μπορεί να είναι είτε πάνω στο παραθύρο της εφαρμογής (π.χ., Microsoft Windows) είτε στην κορυφή της οθόνης (π.χ., Apple Mac OS). Τα παραθυρικά συστήματα πάνω από το λειτουργικό σύστημα Linux ακολουθούν έναν από τους δύο τρόπους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια ασυνέπεια μεταξύ τους ακόμη και για αυτό το βασικό στυλ διάδρασης. Αν και τα περισσότερα στοιχεία της διάδρασης με τον χρήστη εμπεριέχουν και στοιχεία συνήθειας ή/και προτίμησης, τα μενού στην κορυφή της οθόνης είναι πιο εργονομικά, αφού ο δείκτης δεν μπορεί να κινηθεί παραπέρα.

Μοντέλα Διάδρασης WIMP: Η επιφάνεια εργασίας σε συνδυασμό με τις συσκευές εισόδου ποντίκι και πληκτρολόγιο αντιπροσωπεύει ένα δημοφιλές μοντέλο διάδρασης με το χρήστη για επιτραπέζιους υπολογιστές γραφείου, γιατί είναι μια κοντινή μεταφορά του πλαισίου εργασίας του χρήστη. Οταν οι υπολογιστές βρίσκονται εφαρμογές έξω από το πλαίσιο του γραφείου είναι επόμενο να χρειαζόμαστε διαφορετικά μοντέλα διάδρασης, τα οποία ναι μεν να ανταποκρίνονται στις βασικές ιδιότητες του ανθρώπου (που δεν

είναι πολύ διαφορετικές ανεξάρτητα από το πλαίσιο χρήσης), αλλά και να ταιριάζουν στο αντίστοιχο πλαίσιο και ανάγκες, τα οποία μπορεί να είναι πολύ διαφορετικά σε σχέση με αυτά του γραφείου.

Η μεγάλη πρόκληση στην σχεδίαση των μοντέλων διάδρασης βρίσκεται στο γεφύρωμα των διαφορών που υπάρχουν ανάμεσα στην εικόνα που έχεις ο τελικός χρήστης για το σύστημα και σε αυτήν που έχουν οι κατασκευαστές του για το πως λειτουργεί το σύστημα εσωτερικά. Το χάσμα αυτό αποτελεί πρόκληση κυρίως γιατί οι ανάγκες των χρηστών είναι ένας κινούμενος στόχος αφού οι χρήστες έχουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τους και ακόμη περισσότερο ο ίδιος χρήστης έχει διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις ανάλογα με την χρονική στιγμή και την περίσταση. Τέλος, η κάθε τεχνολογική παρέμβαση επηρεάζει ή τουλάχιστον επαναπροσδιορίζει τις ανάγκες των χρηστών και δημιουργεί μια αυτοτροφοδοτούμενη ανάγκη για νέα μοντέλα διάδρασης.

Οι σχεδιαστές προσπαθούν να γεφυρώσουν το χάσμα με γενικά μοντέλα διάδρασης. Τα μοντέλα διάδρασης μας βοηθούν να κατανοήσουμε τι συμβαίνει κατά την επικοινωνία μεταξύ του χρήση και του συστήματος.

Ερευνητική Μελέτη Περίπτωσης

Αν και σήμερα η χρήση της συσκευής εισόδου ποντίκι σε συνδυασμό με την γραφική επιφάνεια εργασίας και τις αντίστοιχες εφαρμογές γραφείου και παραγωγικότητας φαίνεται ως μια προφανής επιλλογή χωρίς εναλλακτικές, αυτό δεν ήταν αυτονόητο μερικές δεκαετίες πριν. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970, οι ερευνητές είχαν στην διάθεση τους πολλές διαφορετικές συσκευές εισόδου για τον ίδιο σκοπό, που ήταν η εργασία με εφαρμογές επεξεργασίας κειμένου σε ένα επιτραπέζιο υπολογιστή. Αν και η γραφική επιφάνεια εργασίας δεν ήταν ακόμη διαθέσιμη με την πλήρη μορφή της, η λειτουργικότητα των εφαρμογών επέτρεπε πολλές από τις διεργασίας που υποστηρίζει ένας σύγχρονος επιτραπέζιος υπολογιστής, όπως είναι η επιλογή μιας λέξης ή πρότασης και η αλλαγή ή μετακίνηση της. Αντίστοιχα, οι ερευνητές είχαν στην διάθεση

Το πρώτο πράγμα που πρέπει να οριστεί με μεγάλη ακρίβεια σε ένα πείραμα συγκριτικής αξιολόγησης εναλλακτικών συσκευών εισόδου είναι ο στόχος σε συνάρτηση με τις αντίστοιχες μετρικές και διεργασίες χρήστη που μπορούν να επιβεβαιώσουν τον βαθμό επιτυχίας του στόχου. Στην περίπτωση των συσκευών εισόδου για την διευκόλυνση της επεξεργασίας κειμένου, βλέπουμε ότι ανάμεσα στις πολλές λειτουργίες που κάνει ένας χρήστης υπάρχουν κάποιες που ξεχωρίζουν γιατί είναι πολύ συχνές και πολύ απλές και αυτές είναι η επιλογή αντικειμένων (target acquisition) στην οθόνη καθώς και η μετακίνηση τους σε μια άλλη θέση (object docking). Με δεδομένο ότι η εφαρμογή επεξεργασίας κειμένου εκτελείται σε ένα περιβάλλον γραφείο, όπου ο σκοπός είναι η αύξηση της παραγωγικότητας μπορούμε να ορίσουμε ως αντιπροσωπευτικές μετρητές τον χρόνο που

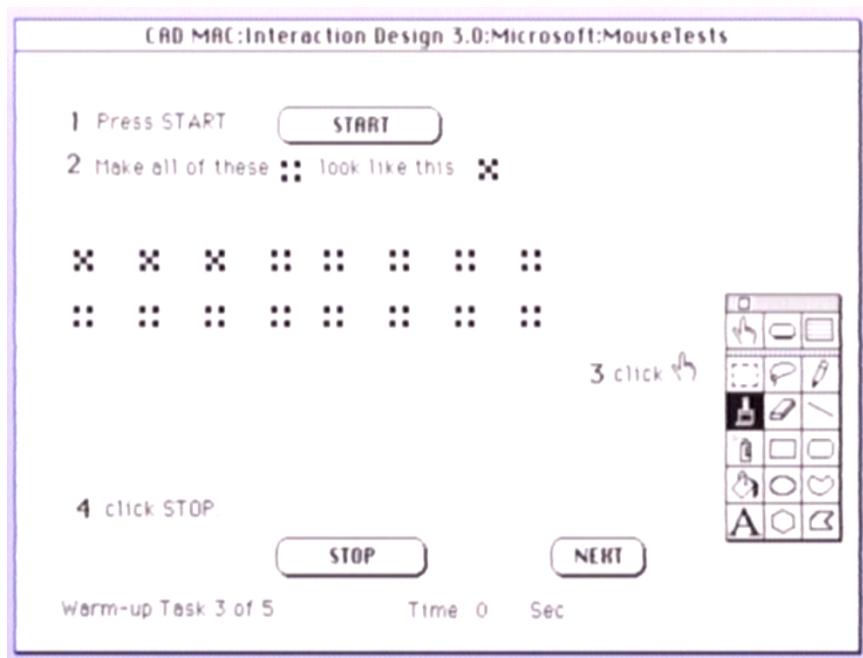


Figure 12: Οι σχεδιαστές νέων συσκευών διάδρασης αναπτύσσουν ειδικό λογισμικό προσωμοίωσης των βασικών διεργασιών που θέλουν να επιτελεί η νέα συσκευή και το χρησιμοποιούν για να αξιολογήσουν με την συμμετοχή των χρηστών εναλλακτικές λύσεις

χρειάζεται ο χρήστης για να πραγματοποιήσει τις παραπάνω βασικές διεργασίες καθώς και τα λάθη που κάνει. Στην συνέχεια οι ερευνητές δοκιμάζουν τις εναλλακτικές λύσεις με τους χρήστες, συλλέγουν τα δεδομένα μέσω παρατήρησης και κυρίως μέσω των αρχείων διάδρασης του λογισμικού προσωμοίωσης, και δημιουργούν γραφήματα για να συγκρίνουν.

Από την πλευρά της πειραματικής μεθοδολογίας αυτό που κάνει την μελέτη των συσκευών εισόδου ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι η επιλογή των χρηστών και ειδικά ο αριθμός τους. Οι ερευνητές διάλεξαν χρήστες τις γραμματείς που δύλευαν στο εργαστήριο τους και δικαιολόγησαν την επιλογή τους με δεδομένο ότι οι διεργασίες που τους έδωσαν είχαν να κάνουν με δουλειά γραφείου, όπως η επεξεργασία κειμένου, αρά ήταν κάτι εντός του πλαισίου εργασίας τους. Η βολική πρόσβαση στους χρήστες είναι σίγουρα μια σημαντική παράμετρος ειδικά όταν έχουμε να κατασκευάσουμε επαναλληπτικά μια νέα διάδραση, αλλά αυτό που έχει την μεγαλύτερη σημασία είναι ο καθορισμός του πλήθους των χρηστών. Για αυτήν την παράμετρο, οι ερευνητές της συσκευής εισόδου ποντίκι διάλεξαν μόνο πέντε χρήστες. Αν και σε πρώτη ανάγνωση ο αριθμός φαίνεται μικρός για οποιαδήποτε στατιστική ανάλυση με μια προσεκτικότερη ανάγνωση διαπιστώνουμε ότι το αντικείμενο ανάλυσης δεν ήταν οι πέντε χρήστες, αλλά οι διεργασίες που έκαναν με τις εναλλακτικές συσκευές εισόδου. Οι διεργασίες που έπρεπε να εκτελεστούν από τους πέντε χρήστες του πειράματος ήταν εκατοντάδες και πάνω σε αυτά τα δεδομένα οι ερευνητές δικαιολόγησαν την ανάλυση τους.

Τα αποτελέσματα της συγκριτικής μελέτης των εναλλακτικών συσκευών εισόδου (έμμεσης διάδρασης) για την μετακίνηση του δείκτη στην οθόνη έδειξαν πολλά περισσότερα από το γεγονός ότι το ποντίκι ήταν η πιο γρήγορη, ακριβής, και εργονομική συσκευή για πολύτηρη χρήση. Ανάλογα με τον κάθε χρήστη, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι από την στιγμή που ο αντίστοιχος χρήστης θα μπορεί να θεωρηθεί έμπειρος, πράγμα που πετύχαιναν με τις πολλές επαναλήψεις των τυπικών διεργασιών, η απόδοση της συσκευής εισόδου ποντίκι ήταν σε συνάρτηση με τις δυνατότητες του χρήστη να συντονίσει το χέρι με την όραση του. Αυτή η διαπίστωση είναι πολύ σημαντική καθώς καθορίζει ότι υπάρχει ένα άνω φράγμα στις επιδόσεις που μπορούμε να πετύχουμε με την συσκευή εισόδου ποντίκι, το οποίο άνω φράγμα δεν εξαρτάται τόσο από τις επιμέρους ιδιότητες της συσκευής εισόδου αλλά από τις ιδιότητες του ανθρώπινου καναλιού επικοινωνίας που συνδέει το χέρι με τον εγκέφαλο και τα μάτια. Η πληροφορία αυτή είναι πολύ σημαντική για μας επιτρέπει να σχεδιάσουμε νέες συσκευές εισόδου με περισσότερο στρατηγικό τρόπο, όταν μπορούμε να γνωρίζουμε ποια είναι τα ανθρώπινα όρια και ποιες οι ιδιότητες μιας νέας συσκευής εισόδου.

Εμπορική Μελέτη Περίπτωσης

Η περίπτωση της συσκευής αναπαραγωγής μουσικής iPod είναι σχετική με το περιεχόμενο αυτού του κεφαλαίου γιατί ήταν η αρχή της γρήγορης μετατοπισης της διάδρασης από τον επιτραπέζιο προς τον κινητό και διάχυτο υπολογισμό. Η μετάβαση του υπολογισμού από τον επιτραπέζιο στον κινητό, συνοδεύτηκε και από μια ριζική αναθεώρηση τόσο των συστημάτων εισόδου, όσο και των μοντέλων διάδρασης. Επιπλέον, σχετίζεται και με την βασική δραστηριότητα αυτού του κεφαλαίου που είναι η κατασκευή ενός πληροφοριακού συστήματος αναπαραγωγής αρχείων βίντεο.



Figure 13: Η πρώτη γενιά του iPod εισάγει ένα νέο τρόπο πλοήγησης σε μεγάλες λίστες (μενού) αρχείων μουσικής, τον περιστρεφόμενο τροχό

Η πρώτη έκδοση του iPod, περιέχει ένα μικρό σκληρό δίσκο και λειτουργεί ως συσκευή αποθήκευσης αρχείων, όπως πολλές αντίστοιχες εμπορικές συσκευές εκείνης της εποχής, με την διαφορά ότι ο περιστρεφόμενος τροχός

επιτρέπει την γρήγορη πλοιήγηση σε μεγάλες λίστες μουσικών αρχείων. Οι άλλες συσκευές της κατηγορίας αντί για τον τροχό έχουν πλήκτρα βήματος τα οποία είναι πιο δύσχρηστα ειδικά στην περίπτωση που ο σκληρός δίσκος είναι γεμάτος με μουσικά αρχεία.

Βλέπουμε λοιπόν ότι η επιτυχία (κατά ένα μέρος) οφείλεται στην δημιουργία μιας νέας συσκευής εισόδου που έχει έμφαση στην πιο συχνή διεργασία του χρήστη. Οπως ακριβώς το ποντίκι ήρθε να διευκολύνει την επιλογή κειμένου στην οθόνη (και το έκανε αποδεδειγμένα πολύ καλύτερα από όλες τις εναλλακτικές όπως είδαμε στην ερευνητική μελέτη περίπτωσης), έτσι και ο τροχός του πρώτου iPod είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την επιλογή ανάμεσα σε λίστα με πολλές εναλλακτικές. Κάποιος θα μπορούσε να προσθέσει ότι πέρα από λειτουργικός, ο τροχός του iPod είναι και διασκεδαστικός αφού θυμίζει την κίνηση που κάνουν οι DJs όταν διαλέγουν μουσική.

Ενας ακόμη στοιχείο της επιτυχίας του iPod ήταν η ολοκλήρωση του με ένα σύστημα διανομής μουσικής που περιλαμβάνει μια εφαρμογή επιτραπέζιου υπολογιστή καθώς και ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990 η επικράτηση των αρχείων μουσικής τύπου MP3 και η εύκολη διανομή τους μέσω του δικτύου επέτρεψε στους χρήστες να μαζέψουν πολύ μεγάλες συλλογές αρχείων μουσικής που ήταν δύσκολο να οργανώσουν και να ακούσουν. Η εφαρμογή iTunes και το αντίστοιχο ηλεκτρονικό κατάστημα προσπάθησε να λύσει αυτό το πρόβλημα με μεγάλη επιτυχία, ενώ ταυτόχρονα το iTunes έγινε η πύλη για την εισαγωγή νέων πολυμεσικών αρχείων πέρα από την μουσική, όπως βίντεο και φωτογραφίες και στην συνέχεια εφαρμογές για την κατηγορία των έξυπνων κινητών (iPod Touch, iPhone).

Η εφαρμογή iTunes, εκτός από το να οργανώνει και να διανέμει τα πολυμεσικά πλέον αρχεία του χρήστη, μετατρέπεται σταδιακά στον Δούρειο Ιππο που θα φέρει τις κινητές εφαρμογές στην συσκευή του χρήστη. Οι πρώτες εκδόσεις του iTunes είναι απλά επιτραπέζιες εφαρμογές εκτέλεσης της μουσικής και συγχρονισμού με το iPod, ενώ οι τελευταίες εκδόσεις συνδέονται και ενημερώνουν το λογισμικό για όλες τις κινητές συσκευές του χρήστη, ενώ ταυτόχρονα συνδέονται και με τα οικειακά συστήματα ψυχαγωγίας, όπως ηχεία και τηλεόραση.

Ενα σημαντικό μάθημα που μας δίνει η ιστορία του iPod είναι πως τα σύγχρονα διαδραστικά συστήματα δεν στέκονται από μόνα τους αλλά λειτουργούν σε ένα οικοσύστημα συσκευών και εφαρμογών. Ενα ακόμη μάθημα είναι πως η εισαγωγή της καινοτομίας πρέπει να γίνει τόσο σταδιακά που να είναι διαφανής για τον τελικό χρήστη. Οταν οι πρώτοι χρήστες του iPod έβαζαν το iTunes θέλαν απλά να οργανώσουν καλύτερα την μουσική τους, ήταν ένα πρόβλημα που ήδη είχαν στον επιτραπέζιο υπολογιστή. Καθώς απέκτησαν οικειότητα με το iTunes το είδαν να μεταμορφώνεται σε ένα πολυεργαλείο για όλες τις κινητές συσκευές τους.



Figure 14: Η τελευταίες γενιές του iPod κρατήσαν τον τρόχο και τον βελτιώσαν βάζοντας μαζί του και τα κουμπιά μενού, παύσης, και επόμενο/προηγούμενο



Figure 15: Το iPod touch είναι μάλλον μια ατυχής ονομασία για μια συσκευή που είναι ένας πλήρες iPhone, αφού έχει πολυαπτική διεπαφή, ασύρματη σύνδεση στο δίκτυο, και δυνατότητα κατεβάσματος νέων εφαρμογών, χωρίς την δυνατότητα του τηλεφώνου



Figure 16: Το iTunes, αν και ξεκίνησε ως μια ταπεινή εφαρμογή εκτέλεσης μουσικών αρχείων και συγχρονισμού τους με το iPod, μετατράπηκε σε Δούρειο Ιπτό για την μεταφόρτωση εφαρμογών και τον συγχρονισμό με το οικοσύστημα των κινητών συσκευών χρήστη

Σχετική βιβλιογραφία

- Banzi, M. (2009). Getting Started with arduino. O'Reilly Media, Inc..
- Card, S. K., English, W. K., & Burr, B. J. (1978). Evaluation of mouse, rate-controlled isometric joystick, step keys, and text keys for text selection on a CRT. *Ergonomics*, 21(8), 601-613.
- Cassell, J. (Ed.). (2000). Embodied conversational agents. MIT press.
- Igoe, T. (2007). Making things talk: practical methods for connecting physical objects. O'reilly.
- McEwen, A, Cassimally, H. (2013). Designing the Internet of Things. Wiley.
- Noble, J. (2012). Programming Interactivity. O'Reilly.
- Olsen, D. R. (2009) Building Interactive Systems: Principles for Human-Computer Interaction. Cengage Learning.
- Reeves, B., & Nass, C. (1996). How people treat computers, television, and new media like real people and places. CSLI Publications and Cambridge university press.
- Shneiderman, B., & Maes, P. (1997). Direct manipulation vs. interface agents. *interactions*, 4(6), 42-61.
- O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). Physical computing: sensing and controlling the Physical world with computers. Cengage Learning.

Εργαλεία και Διαδικασία

“People understand what they can see. If a programmer cannot see what a program is doing, she can’t understand it.”, Bret Victor

Αυτό το κεφάλαιο περιγράφει τα βασικά δομικά στοιχεία και τις τεχνικές του προγραμματισμού της διάδρασης και επομένως απευθύνεται σε όσους έχουν λίγες γνώσεις στις επιμέρους περιοχές, αλλά και στον συνδυασμό τους. Για αυτόν τον σκοπό, παρέχει συνοπτικά τις βασικές γνώσεις τόσο για την γενική πλευρά του προγραμματισμού όσο και για την ειδική περίπτωση της διάδρασης. Ο αναγνώστης θα μάθει τα θεμελιώδη που απαιτούνται για τον προγραμματισμό της διάδρασης. Επίσης, θα διαβάσει για τις τεχνικές και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται για κατασκευή μιας διεπαφής με τον χρήστη. Συνοπτικά, το κεφάλαιο αυτό προσφέρει τις βασικές γνώσεις από τις περιοχές του προγραμματισμού συστημάτων με έμφαση στον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό.

Η διαδικασία υλοποίησης ενός συστήματος διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή μπορεί να διευκολυνθεί αν ο προγραμματιστής έχει στην διάθεση του επιμέρους εργαλεία και τεχνικές τα οποία βοηθούν στην κατασκευή των πρωτότυπων και κυρίως στην κατασκευή του τελικού συστήματος διάδρασης. Τα συστήματα υποστήριξης της κατασκευής διάδρασης είναι σχετικά απλά στην περίπτωση του παραδοσιακού επιτραπέζιου συστήματος γιατί το λεξιλόγιο της διάδρασης (π.χ., παράθυρο, μενού, φόρμα, παλέτα, έγγραφο, κ.τ.λ.) είναι σχετικά περιορισμένο. Η σχεδίαση του υλικού/λογισμικού για τον διάχυτο ΗΥ έχει αυξήσει ή απλά αλλάξει τις παραμέτρους της διάδρασης τόσο που τα περισσότερα εργαλεία είναι ακατάλληλα. Από την άλλη πλευρά, οι γενικές τεχνικές προδιαγραφών διατηρούν την εγκυρότητα τους, όπως το μοντέλο-ελεγκτής-όψη, δηλωτικές γλώσσες προδιαγραφών, διαγράμματα ροής και κατάστασης.

Τα περισσότερα βιβλία προγραμματισμού διαλέγουν από την αρχή κάποια από τα τρέχοντα διαθέσιμα εργαλεία με έμφαση συνήθως στην γλώσσα προγραμματισμού (π.χ., Java), το λειτουργικό σύστημα (π.χ., Windows), και το περιβάλλον ανάπτυξης (π.χ., Eclipse) και από εκεί και πέρα περιγράφουν τα επιμέρους ζητήματα. Αντίθετα, σε αυτό το βιβλίο, αντιμετωπίζουμε όλα τα εργαλεία του προγραμματισμού ως ζητούμενα τα οποία έχουν διαφορετικές τιμές ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου. Για τον σκοπό αυτό, δίνουμε μια επισκόπηση των διαθέσιμων εργαλείων και τεχνικών ανάπτυξης με έμφαση στα κριτήρια επιλογής τους ανάλογα με τις περιπτώσεις του προγραμματισμού της διάδρασης. Επίσης, σε αντίθεση με τα περισσότερα βιβλία που επιλέγουν περισσότερο ή λιγότερο ρητά μια δημοφιλή τεχνική και διαδικασία ανάπτυξης, εδώ περιγράφουμε τις ιδιότητες τους και αξιολογούμε την καταληλότητα τους ανάλογα με το ζητούμενο. Για παράδειγμα, κάποια βιβλία θεωρούν δεδομένο ότι θα πρέπει να ξεκινήσουμε τον προγραμματισμό μόνο αφού έχουμε καθορίσει

με ακρίβεια τις προδιαγραφές, ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις χρήσης όπου ο ίδιος ο προγραμματισμός της διάδρασης μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε καλύτερα ποιες είναι οι προδιαγραφές.

Ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο

Τα εργαλεία που διευκολύνουν την ανάπτυξη υλικού και λογισμικού διάδρασης έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε πολλές περιπτώσεις αρχίζοντας από το γραφικό περιβάλλον του επιτραπέζιου υπολογιστή. Ο κάθε κατασκευαστής λειτουργικού συστήματος σε διαφορετικό βαθμό παρέχει ένα σύνολο από μοτίβα τα οποία επιτρέπουν μια ομοιόμορφη εμφάνιση και κυρίως μια συνεπή συμπεριφορά ανάμεσα στις πολλές διαφορετικές εφαρμογές χρήστη. Για πρώτη φορά, η Apple μαζί με τον υπολογιστή Macintosh έδωσε στους κατασκευαστές εφαρμογών ένα σετ από οδηγίες και μοτίβα σωστού σχεδιασμού της διάδρασης, ενώ ταυτόχρονα τα αντίστοιχα εργαλεία ανάπτυξης του λογισμικού δέβονται αυτές τις οδηγίες. Για παράδειγμα, η θέση, η εμφάνιση, και λειτουργία των κουμπιών που καθορίζουν το μέγεθος του παραθύρου έχουν προκαθορισμένες ιδιότητες ώστε να μοιάζουν ανάμεσα στις διαφορετικές εφαρμογές του χρήστη, δημιουργώντας μια αίσθηση οικειότητας. Ο κατασκευαστής εφαρμογών χρήστη μπορεί πάντα να αγνοήσει τις οδηγίες και τα έτοιμα μοτίβα αν επιθυμεί να φτιάξει μια εφαρμογή που έχει λόγους να διαφέρει.

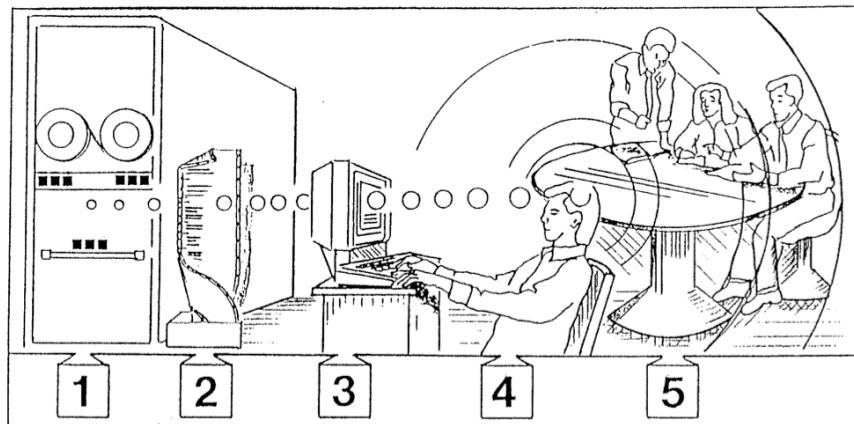


Figure 1: Η κατασκευή της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή είναι τόσο παλιά όσο οι πρώτοι υπολογιστές, με την διαφορά ότι στα πρώτα στάδια οι χρήστες ήταν συνήθως ένας μικρός κλειστός κύκλος από ειδικούς σε σχέση με τους σύγχρονους χρήστες που είναι στις περισσότερες περιπτώσεις μη-ειδικοί.

Πέρα από την Apple, και οι άλλοι κατασκευαστές λειτουργικών συστημάτων με γραφικό περιβάλλον, σε μικρό (π.χ., Linux), ή μεγάλο (π.χ., Windows) βαθμό παρέχουν τα αντίστοιχα σετ από οδηγίες, καθώς και "προκάτ" δομικά στοιχεία. Υπάρχουν δύο κυρίως λόγοι που ένας κατασκευαστής της διάδρασης θα ήθελε να κινηθεί έξω από την ασφάλεια που του προσφέρει το στενό και προκαθορισμένο σύνολο οδηγιών που του έχει δώσει με την σειρά του ο κατασκευαστής της αρχικής πλατφόρμας. Ο πρώτος λόγος είναι αν θέλει να φτιάξει μια εφαρμογή που πρέπει να δείχνει και να συμπεριφέρεται διαφορετικά γιατί αυτό εξυπηρετεί τις ανάγκες του. Ενα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα skinable mp3 players καθώς και εφαρμογές με φίλτρα ψηφιακής φωτογραφίας (Kai Tools). Ο δεύτερος και σημαντικότερος λόγος που κάνει έναν κατασκευαστή να κινηθεί έξω από τους κανόνες είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος που δεν μοιάζει καθόλου με το σύστημα του υπολογιστή εργασίας του, όπως για παράδειγμα η ανάπτυξη κινητών εφαρμογών σε ένα επιτραπέζιο υπολογιστή.

Δεν είναι τυχαίο που κάποιες από τις πρώτες προσπάθειες κατασκευής κινητών εφαρμογών έμοιαζαν πολύ με τις αντίστοιχες επιτραπέζιες (π.χ., οι πρώτες εκδόσεις των Windows Mobile). Φυσικά αυτό δεν βοήθησε στην αποδοχή αυτών των κινητών εφαρμογών στα πρώτα στάδια, μέχρι που η Apple με το iPhone έδωσε ένα νέο ορισμό του πλαισίου μέσα στο οποίο θα πρέπει να κινούνται οι εφαρμογές χρήστη στις κινητές συσκευές για να είναι χρήσιμες, εύχρηστες, και αποδεκτές. Αντίστοιχα, κάθε νέα τεχνολογία, που μετατοπίζει την διάδραση πέρα από τον επιτραπέζιο υπολογιστή, αντιμετωπίζει τις ίδιες προκλήσεις. Στα πρώτα στάδια οι κατασκευαστές εφαρμογών χρήστη θα δανειστούν (λανθασμένα) πάρα πολλά στοιχεία από συσκευές που φαίνονται παρόμοιες, αλλά στην πορεία (και μετά από μερικούς κύκλους δοκιμής και λάθους) θα καταλήξουν σε ένα ενημερωμένο σύνολο από οδηγίες και εργαλεία που θα τους βοηθήσουν στην παραγωγή κατάλληλων εφαρμογών χρήστη. Συνοπτικά, στις περιπτώσεις που κατασκευάζουμε εφαρμογές (λειτουργικού συστήματος ή χρήστη) που θα εκτελεστούν σε υπολογιστή που διαφέρει από τον επιτραπέζιο θα πρέπει να προσέξουμε πρώτα από όλα τις συσκευές εισόδου και εξόδου (είναι πληκτρολόγιο και ποντίκι ή κάτι άλλο;) και κυρίως το πλαίσιο χρήσης (είναι περιβάλλον γραφείου και εργασία με εκδόσεις ή κάτι άλλο;).

Το τελικό αποτέλεσμα και κυρίως του πλαίσιο ορισμού στο οποίο μπορεί να κινηθεί ένα νέο πρόγραμμα διάδρασης εξαρτάται από τα βασικά μοτίβα σχεδίασης που είδαμε παραπάνω, αλλά εξαρτάται και από τα εργαλεία, την οργάνωση, και την διαδικασία κατασκευής. Οπως ακριβώς τα βασικά σχεδιαστικά και τεχνολογικά μοτίβα που έχει στην διάθεση του ένας κατασκευαστής μπορούν να δώσουν συγκεκριμένες μορφές και λειτουργίες στην διάδραση, έτσι ακριβώς και η μέθοδος κατασκευής μπορεί να επιτρέψει ή να αποτρέψει κάποιες μορφές και λειτουργίες της διάδρασης. Τα πρώτα συστήματα προγραμματισμού της διάδρασης δεν είχαν καμία διαφορά από εκείνα για τον προγραμματισμό του συστήματος, οπότε πολλοί δυνητικοί κατασκευαστές της διάδρασης δεν



Figure 2: Ενα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα με γραφικό περιβάλλον για κινητά τηλέφωνα, τα windows mobile μεταφέρουν την έννοιες από το αντίστοιχο λειτουργικό σύστημα του επιτραπέζιου υπολογιστή, οι οποίες αν και επιτυχημένες είναι ακατάλληλες για το πλαίσιο χρήσης τους κινητού υπολογισμού.

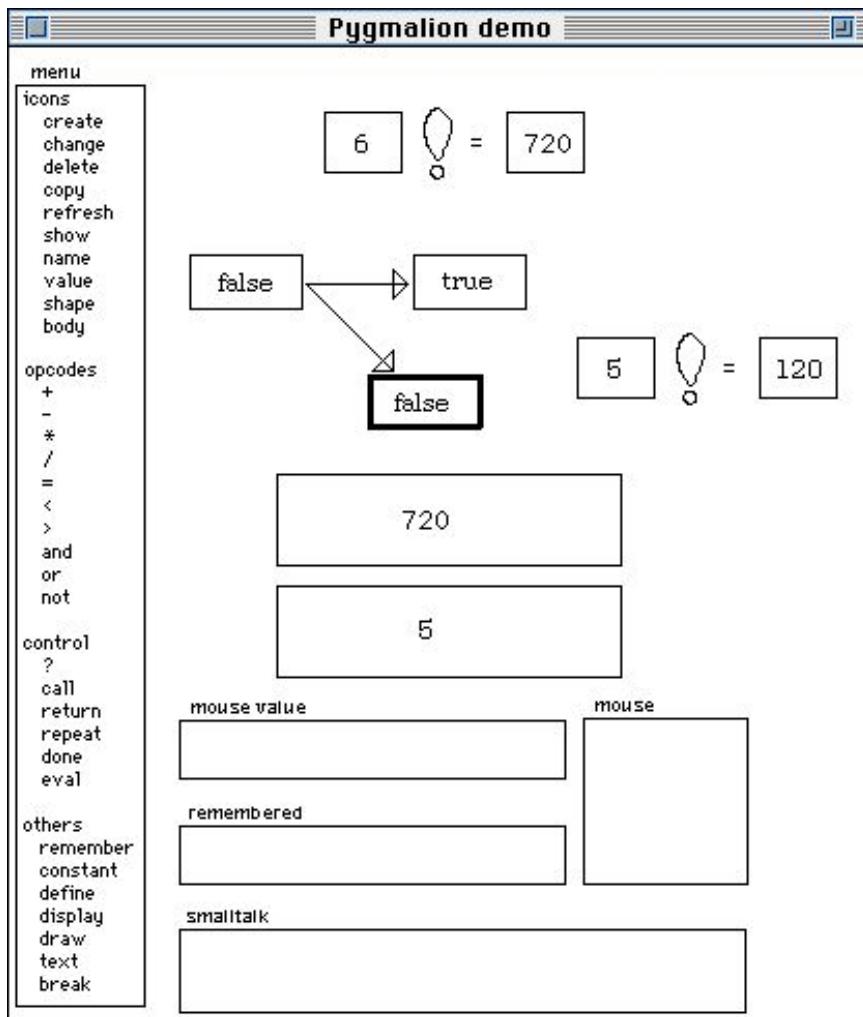


Figure 3: Το σύστημα Pygmalion από τα μισά της δεκαετίας του 1970 ήταν το πρώτο που έδωσε τον ορισμό για τα εικονίδια, αλλά κυρίως ήταν το πρώτο που επέτρεψε την δημιουργία λογισμικού με βάση την τελική συμπεριφορά και αποτέλεσμα που πρέπει να έχει ένα πρόγραμμα υπολογιστή, αντί της κυρίαρχης πρακτικής που είναι να δίνουμε οδηγίες στο πρόγραμμα τι ακριβώς να κάνει

είχαν καταφέρει να δώσουν την συνεισφορά τους. Μετά την δεκαετία του 1970, οι αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού (π.χ., SmallTalk, C++, Java, JavaScript) και κυρίως τα οπτικά περιβάλλοντα ανάπτυξης (π.χ. KidSim, MIT Scratch, Processing) επέτρεψαν την συμμετοχή σε γνώστες της περιοχής του προγραμματισμού της διάδρασης. Ταυτόχρονα, η διευκόλυνση κάποιων πτυχών του προγραμματισμού της διάδρασης ακόμη και από τον τελικό χρήστη ολοκληρώνει την διαχρονική τάση που ενθαρύνει την συμμετοχικότητα του τελικού χρήστη όχι μόνο στην απλή χρήση αλλά και στην δημιουργία.

Τεχνολογίες Υλικού και Λογισμικού Διάδρασης σε Κλίμακα

Επιτραπέζιος υπολογιστής

Για πολλά χρόνια η ανάπτυξη και εκτέλεση εφαρμογών στον επιτραπέζιο υπολογιστή ήταν μονόδρομος αφού οι άλλες μορφές υπολογιστή δεν ήταν ιδιαίτερα διαδεδομένες. Πάντα υπήρχαν υπερ-υπολογιστές καθώς και παιχνιδομηχανές, αλλά η ανάπτυξη για αυτές τις πλατφόρμες γινόταν από ειδικευμένο προσωπικό που λάμβανε την αντίστοιχη εκπαίδευση. Η ανάπτυξη και εκτέλεση εφαρμογών διάδρασης στον επιτραπέζιο υπολογιστή έχει πολλές παραμέτρους που πρέπει να αξιολογήσει ο κατασκευαστής και δεν είναι σε καθόλου τετριμένη περίπτωση, όμως έχει ένα βασικό πλεονέκτημα, σε σχέση με την ανάπτυξη για τον κινητό και διάχυτο υπολογισμό. Η βασική διαφορά στην ανάπτυξη λογισμικού διάδρασης ανάμεσε σε επιτραπέζιο και κινητό ή διάχυτο υπολογισμό είναι το γεγονός ότι το πρόγραμμα εκτελείται στην πρώτη περίπτωση πάνω στον ίδιο τον υπολογιστή ανάπτυξης, ενώ στην δεύτερη περίπτωση το πρόγραμμα εκτελείται πάνω σε διαφορετικό υλικό.

Οταν το πρόγραμμα που κατασκευάζουμε εκτελείται τελικά πάνω σε διαφορετικό υλικό από αυτό του υπολογιστή ανάπτυξης τότε η δυνατότητα που έχουμε για εφαρμογή του ανθρωποκεντρικού κύκλου σχεδίασης μειώνεται ανάλογα με το βαθμό και το είδος της διάδρασης. Αν για παράδειγμα κατασκευάζουμε ένα πρόγραμμα για έξυπνο κινητό που έχει πληκτρολόγιο και δεν έχει οθόνη αφής, τότε μπορούμε σχετικά εύκολα να κάνουμε τις επαναληπτικές δοκιμές της διάδρασης πάνω στον επιτραπέζιο υπολογιστή, ο οποίος έχει πληκτρολόγιο που ναι μεν διαφέρει από το μικρό πληκτρολόγιο του κινητού, όμως δεν είναι δραματικά διαφορετικό. Στην περίπτωση όμως που το έξυπνο κινητό έχει μόνο μια πολυαπτική οθόνη αφής τότε η δοκιμή της διάδρασης στον επιτραπέζιο υπολογιστή γίνεται πιο δύσκολη αφού συνήθως δεν συνοδεύεται από τέτοια συσκευή εισόδου. Η δοκιμή της διάδρασης γίνεται ακόμη δυσκολότερη όταν η διάδραση βασίζεται σε αισθητήρες εισόδου όπως ο εντοπισμός θέσης και το γυροσκόπιο, αφού αυτά δεν υπάρχουν στον επιτραπέζιο υπολογιστή και απαιτείται πλέον η σύνδεση του με την

τελική συσκευή για την πραγματοποιήση των επαναληπτικων δοκιμών κατά το στάδιο της ανάπτυξης.

Κινητός, Φορετός, και Διαχυτος Υπολογισμός

Οπως είδαμε παραπάνω το βασικό μειονέκτημα της κατασκευής στην περίπτωση του κινητού και διάχυτου υπολογισμού είναι ότι τα περισσότερα εργαλεία ανάπτυξης είναι διαθέσιμα κυρίως για τον επιτραπέζιο υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να διαφέρει από λίγο ως πάρα πολύ από την τελική πλατφόρμα αναφορικά με τις συσκευές εισόδου και εξόδου. Για παράδειγμα ένας επιτραπέζιος υπολογιστής έχει είσοδο κυρίως από το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, ενώ ένα έξυπνο κινητό έχει κυρίως είσοδο από μια πολυαπτυκή οθόνη. Το αποτέλεσμα είναι ότι εκτός από κάποιες απλές επιλογές αντικειμένων πάνω στην οθόνη, πολλές από τις πιθανές διαδράσεις που είναι χρήσιμες στο έξυπνο κινητό δεν είναι διαθέσιμες για δοκιμή στην πλατφόρμα ανάπτυξης αν αυτή είναι ο επιτραπέζιος υπολογιστής. Από αυτήν την άποψη θα μπορούσαμε να φανταστούμε ότι τα μελλοντικά εργαλεία ανάπτυξης για κινητό υπολογισμό θα εκτελούνται απευθείας πάνω στο κινητό. Αυτό φυσικά υπαγορεύει ένα πολύ διαφορετικό μοντέλο ανάπτυξης αναφορικά με τα εργαλεία και τις διαδικασίες κατασκευής του προγράμματος διάδρασης.

Εργαλεία και Διαδικασία

Η κατασκευή προγραμμάτων διάδρασης διευκολύνεται από εργαλεία και διαδικασίες, τα οποία είναι τόσο διαφορετικά όσο και το εύρος των συσκευών εισόδου, εξόδου και υπολογισμού. Επιπλέον, τα εργαλεία και οι διαδικασίες κατασκευής έχουν εξάρτηση με τις προτιμήσεις του κατασκευαστή που μπορεί να γίνουν αρκετά πολύπλοκες στην περίπτωση μεγάλων ομάδων και οργανισμών ανάπτυξης οπότε μιλάμε για κουλτούρα ανάπτυξης.

Μετά τον καθορισμό του στόχου και των αναγκών του χρήστη, το επόμενο βήμα είναι η επιλογή εργαλείων ανάπτυξης καθώς και ο καθορισμός ενός πλάνου ανάπτυξης, το οποίο θα διευκολύνει την σωστή παράδοση του προγράμματος της διάδρασης. Το πλάνο ανάπτυξης περιλαμβάνει ένα σύνολο από παραδοτέα της μορφής αναφορά/πρωτότυπο ενώ η σωστή οργάνωση της ομάδας ανάπτυξης περιλαμβάνει ρόλους όπως προγραμματιστής, δοκιμαστής, αναλυτής-σχεδιαστής. Σε ένα πραγματικό έργο ανάπτυξης λογισμικού, αν ο οργανισμός χρησιμοποιήσει περισσότερους ανθρώπινους πόρους από όσους χρειάζεται θα πέσει έξω οικονομικά, αφού το να δουλεύει το έργο δεν είναι ο μόνος στόχος ενός οργανισμού, αλλά θα πρέπει να έχει παραχθεί και με μικρό κόστος για να είναι ανταγωνιστικό. Υπό αυτήν την σκοπιά θα πρέπει να γίνει μια συζήτηση για την σκοπιμότητα επιλογής εργαλείων ανάπτυξης, η οποία θα πρέπει

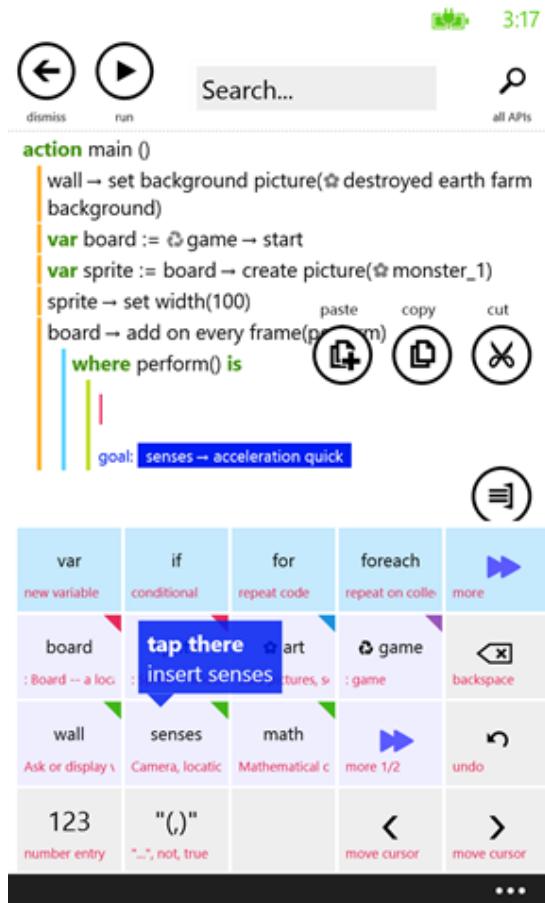


Figure 4: Το πειραματικό περιβάλλον ανάπτυξης Touch Develop είναι σχεδιασμένο ώστε να δουλεύει σε έξυπνα κινητά, οπότε έχουμε ξανά τα πλεονεκτήματα που δίνει η ανάπτυξη και εκτέλεση πάνω στην ίδια πλατφόρμα

βασίζεται στις δεξιότητες των προγραμματιστών αλλά και στους στόχους του έργου.

Επεξεργαστής κειμένου

Διαχρονικά το πιο σημαντικό εργαλείο στην ανάπτυξη νέων συστημάτων είναι ο επεξεργαστής κειμένου. Η σημασία του κειμένου οφείλεται στο γεγονός ότι πολλές γλώσσες προγραμματισμού είναι γραπτές. Αν και η επεξεργασία κειμένου είναι μια σχετική απλή δραστηριότητα, υπάρχουν πάρα πολλά είδη επεξεργαστή κειμένου, γιατί οι προτιμήσεις των προγραμματιστών και οι απαιτήσεις των έργων ανάπτυξης έχουν μεγάλη ποικιλία. Για παράδειγμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν επεξεργαστή κειμένου γενικής χρήσης που συνήθως είναι ελεύθερα διαθέσιμος με το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή μέχρι τον εξιδεικευμένο επεξεργαστή κειμένου που είναι μέρος ενός εξειδικευμένου συνδόλου εργαλείων ανάπτυξης για μια συγκεκριμένη πλατφόρμα υπολογιστή. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο άκρα, υπάρχει ένα πολύ μεγάλο φάσμα από είδη επεξεργαστή κειμένου, τα οποία διευκολύνουν την συγγραφή, ανάγνωση, και τις αλλαγές στον κώδικα, καθώς και τις συνήθειες του προγραμματιστή. Οπως θα δούμε παρακάτω, η σχετική σημασία του επεξεργαστή κειμένου μειώνεται στις περιπτώσεις που έχουμε μια μετατόπιση προς οπτικές γλώσσες προγραμματισμού και τα ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης.

Μετατροπή σε εκτελέσιμο και απασφαλμάτωση

Μετά την συγγραφή του πηγαίου κώδικα το επόμενο βασικό εργαλείο που απαιτείται για τον προγραμματισμό είναι η δυνατότητα της μετάφρασης ή της μεταγλώττισης σε εκτελέσιμο κώδικα της τελικής πλατφόρμας. Στο πλαίσιο του προγραμματισμού και ειδικά των λειτουργικών συστημάτων αυτό είναι μια μεγάλη ενότητα, αλλά στο πλαίσιο του προγραμματισμού της διάδρασης η προτεραιότητα είναι στην γρήγορη δημιουργία εναλλακτικών προγραμμάτων και κυρίως στις επαναληπτικές αλλαγές. Για τον σκοπό αυτό, αν υπάρχει μια παράμετρος της κατασκευής κατά τον προγραμματισμό της διάδρασης που έχει μεγάλη σημασία, αυτή είναι η ταχύτητα με την οποία μπορεί ο κατασκευαστής να εναλλάσσεται ανάμεσα στην ανάπτυξη και στην δοκιμή. Όσο πιο γρήγορα μπορεί ο κατασκευαστής να περνάει από το στάδιο του σχεδίασης της διάδρασης στο στάδιο της δοκιμής της διάδρασης είτε στο πλαίσιο δοκιμών με ειδικούς, είτε με τελικούς χρήστες, τόσο πιο γρήγορα το πρόγραμμα της διάδρασης θα φτάσει στην επιθυμητή ποιότητα.

Πλαίσιο και Βιβλιοθήκες προγραμματισμού

Καθώς τα προγράμματα διάδρασης γίνονται περισσότερο σύνθετα και πολύπλοκα, η σημασία των παραπάνω βασικών εργαλείων και διαδικασιών (π.χ., επεξεργαστής κειμένου, μετατροπή σε εκτελέσιμο) γίνονται λιγότερα σημαντικά από την πλευρά του προγραμματιστή της διάδρασης, αφού η προετεραιότητα είναι η επιλογή του κατάλληλου πλαισίου προγραμματισμού ανάλογα με τις ανάγκες. Για παράδειγμα, ο προγραμματισμός της διάδρασης για μια εφαρμογή που θα εκτελείται στο διαδίκτυο επιβάλει την χρήση των τεχνολογιών του ιστού και ειδικά εκείνων που διευκολύνουν την δημιουργία της διάδρασης στο τερματικό του χρήστη. Ειδικά στην περίπτωση που υπάρχει η ανάγκη η δικτυακή εφαρμογή να εκτελείται σε τερματικές συσκευές διαφορετικού μεγέθους επιβάλει την χρήση των αντίστοιχων τεχνολογικών αρχετύπων που διευκολύνουν την κλιμάκωση της εφαρμογής σε συσκευές χρήστη με διαφορετικές δυνατότητες (π.χ., επιτραπέζιος, φορητός, κινητός, τάμπλετ, κτλ). Ταυτόχρονα, αν η δικτυακή φύση της εφαρμογής απαιτεί και την διατήρηση της κατάστασης τότε επιβάλεται και η χρήση των τεχνολογιών του εξυπηρετητή σε απομακρυσμένο υπολογιστή.

Εξίσου πολύπλοκο τεχνολογικό πλαίσιο μπορεί να έχουμε και για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής επιτραπέζιου υπολογιστή όταν υπάρχει η απαίτηση η είσοδος να γίνεται από συσκευή χειρονομίας ενώ η έξοδος να γίνεται σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας. Γινεται λοιπόν κατανοητό ότι σε ένα τόσο διευρυμένο τεχνολογικό πλαίσιο αναφορικά με τις συσκευές εισόδους και εξόδου με τον χρήστη, ο προγραμματισμός της διάδρασης έχει περισσότερο να κάνει με την δοκιμή και επιλογή των κατάλληλων εργαλείων (π.χ., βιβλιοθήκη προγραμματισμού) ανάλογα με την περίσταση, παρά με τις λεπτομέρειες της υλοποίησης που μπορεί να είναι τόσο διαφορετικές όσο και οι διαφορετικές πλατφόρμες ανάπτυξης (π.χ., επιτραπέζιος ΗΥ, απομακρυσμένος εξυπηρετητής) και εκτέλεσης (π.χ., έξυπνο κινητό, έξυπνο ρολόι). Φυσικά, υπάρχουν κάποιες σταθερές αξίες που ισχύουν ανεξάρτητα από το τεχνολογικό πλαίσιο και τις λεπτομέρειες της κάθε βιβλιοθήκης προγραμματισμού, όπως είναι ο συνεχής έλεγχος που είδαμε στην προηγούμενη ενότητα, καθώς και ο έλεγχος σε ένα περιβάλλον που θα μοιάζει με αυτό της τελικής πλατφόρμας εκτέλεσης, το οποίο θα δούμε στην επόμενη ενότητα.

Προσομοιωτές και εξομοιωτές

Οταν η τελική εφαρμογή έχει ως πλατφόρμα εκτέλεσης την ίδια την πλατφόρμα ανάπτυξης (π.χ., ανάπτυξη εφαρμογής για την επιφάνεια εργασίας σε επιτραπέζιο υπολογιστή), τότε η μετατροπή του πηγαίου κώδικα σε εκτελέσιμο κώδικα μπορεί να δοκιμαστεί άμεσα από τον προγραμματιστή πάνω στον ίδιο υπολογιστή. Στην περίπτωση δύμως που η τελική πλατφόρμα εκτέλεσης είναι διαφορετική από την πλατφόρμα

ανάπτυξης μιας εφαρμογής τότε η δουλειά του προγραμματιστή διευκολύνεται από έναν προσδομοιωτή. Στην περίπτωση που η εφαρμογή δεν έχει διεπαφή με τον χρήστη τότε ο προσδομοιωτής είναι απλά αναγκαίος για την δοκιμή και απασφαλμάτωση του πηγαίου κώδικα, όμως στην πιο ενδιαφέρουσα περίπτωση που η τελική εφαρμογή περιλαμβάνει και την ανάγκη για διάδραση με τον χρήστη τότε έχουμε την απαίτηση ο προσδομοιωτής να είναι κάτι παραπάνω από ένα μαύρο κουτί. Αν και στην απλή εκτέλεση κώδικα υψηλού επιπέδου (π.χ., Java) για διαφορετική τελική συσκευή είναι δόκιμο να χρησιμοποιήσουμε την έννοια του εξομοιωτή (emulator), αυτό σίγουρα δεν είναι σκόπιμο για την περίπτωση του προγραμματισμού της διάδρασης, όπου η έννοια του προσδομοιωτή (simulator) είναι περισσότερο εύστοχη.

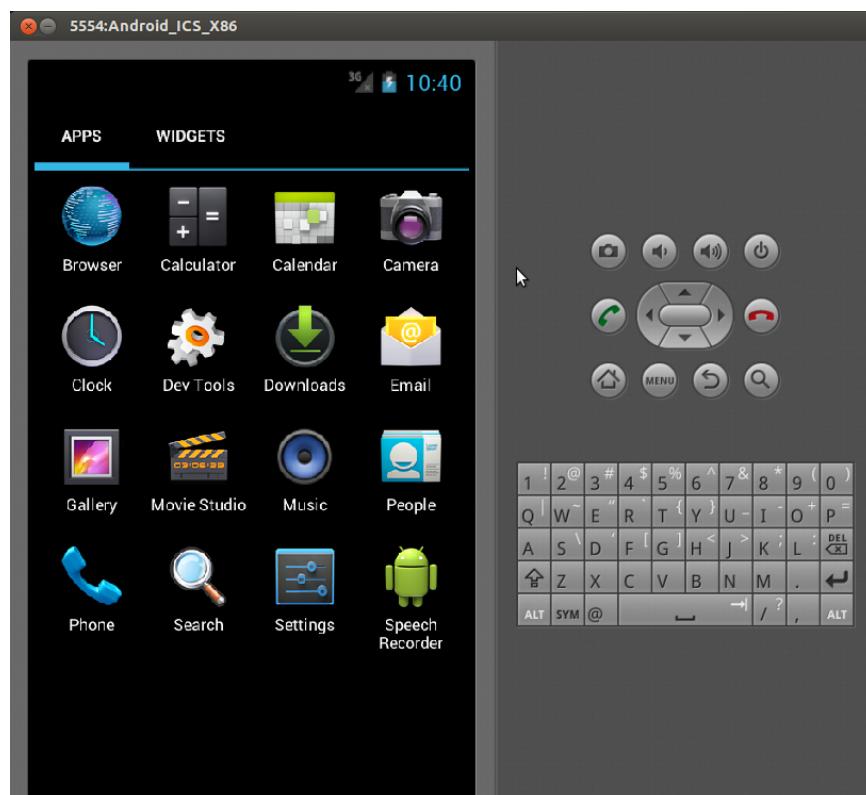


Figure 5: Ο Android Emulator περιλαμβάνει και μια προσδομοίωση κάποιων κουμπιών που ίσως έχουν τα έξυπνα κινητά

Ενας προσδομοιωτής για την δοκιμή εφαρμογών με διάδραση χρήστη που εκτελούνται σε διαφορετική πλατφόρμα ανάπτυξης θα πρέπει

να περιλαμβάνει και την αντίστοιχη διεπαφή, ή τουλάχιστον κάποια προσομοίωση για αυτή. Για παράδειγμα, ο προσδομοιωτής για τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα περιλαμβάνει οθόνη, καθώς και τα αντίστοιχα εικονικά κουμπιά και την προσομοίωση για κάποιες χειρονομίες. Η οθόνη του προσδομοιωτή δεν είναι ίδια με της τελικής συσκευής, αφού η οθόνη του υπολογιστή ανάπτυξης τις περισσότερες φορές έχει διαφορετικές προδιαγραφές, αλλά σίγουρα είναι πολύ κοντά. Από την άλλη πλευρά, οι συσκευές εισόδου σε ένα έξυπνο κινητό (π.χ., κουμπιά πάνω στην συσκευή, αισθητήρες κίνησης και θέσης, πολυαπτική οθόνη, κτλ) είναι πολύ διαφορετικές από το πληκτρολόγιο και ποντίκι του επιτραπέζιου υπολογιστή ανάπτυξης, με αποτέλεσμα ο βαθμός προσομοίωσης της διάδρασης να είναι μικρός.

Συμπερασματικά ο προσδομοιωτής είναι ένα αναγκαίο κακό που διευκολύνει μεν τις δοκιμές κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, αλλά δεν μπορεί να αντικαταστήσει τις δοκιμές στην τελική συσκευή, γιατί η διάδραση με τον χρήστη δεν μπορεί εν γένει να προσδομοίωθει. Μάλιστα, όσο πιο πολύ διαφέρει η διάδραση με τον προσδομοιωτή από αυτήν για την τελική συσκευή, τόσο πιο αναγκαίο είναι ένα μεγάλο μέρος της ανάπτυξης να πρέπει να γίνει στην τελική συσκευή.

Οπτικός προγραμματισμός

Ο οπτικός προγραμματισμός έχει γνωρίσει μεγάλη αποδοχή στις περιπτώσεις της εκμάθησης προγραμματισμού, στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, και ειδικά στον σχεδιασμό της διεπαφής με χρήστη. Αρχικά, ο οπτικός προγραμματισμός επιτρέπει την οπτική οργάνωση και επισκόπηση στην περίπτωση που έχουμε πηγαία κώδικα μεγάλης κλίμακας. Σε αυτήν την περίπτωση ο οπτικός προγραμματισμός λειτουργεί ως ένα επίπεδο αφαίρεσης των λεπτομερειών της υλοποίησης, έτσι ώστε ο κατασκευαστής να μπορεί να εστιάσει στον συνδυασμό των επιμέρους αντικειμενών και στην συνολική αρχιτεκτονική της διάδρασης. Με αυτόν τον τρόπο, ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός μπορεί να διευκολύνει από ένα οπτικό περιβάλλον προγραμματισμού.

Στην περίπτωση του σχεδιασμού της διεπαφής με τον υπολογιστή ο οπτικός προγραμματισμός επιτρέπει στον κατασκευαστή να χρησιμοποιήσει έτοιμα μοτίβα ή να φτιάξει τα δικά του. Για παράδειγμα, η Visual Basic ήταν μια πολύ διαδεδομένη γλώσσα προγραμματισμού για το λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows γιατί παρείχε ένα οπτικό περιβάλλον σχεδιασμού της διεπαφής. Ο προγραμματιστής μπορούσε να διαλέξει οπτικά τα εικονείδια, τα μενού, και τις φόρμες που ήθελε να περιλαμβάνονται στην εφαρμογή του και μετά να τα συνδυάσει με ενέργειες και λειτουργίες του προγράμματος. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένας διαχωρισμός ανάμεσα στην διεπαφή και στην υλοποίηση των λειτουργιών που διευκολύνει και τον καταμερισμό της

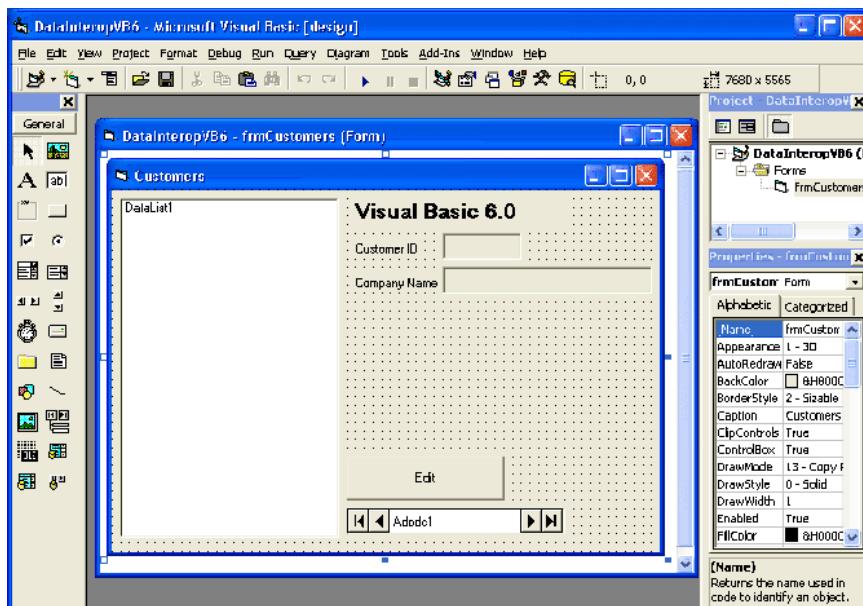


Figure 6: Το οπτικό περιβάλλον της Visual Basic έδωσε την δυνατότητα σε πολλούς χρήστες που δεν ήταν ειδικοί της πληφορικής να φτιάξουν προγράμματα για ειδικούς σκοπούς χωρίς να πρέπει μάθουν όλες τις λεπτομέρειες της ανάπτυξης λογισμικού.

εργασίας ανάμεσα στους προγραμματιστές των λειτουργιών και αυτούς της διεπαφής.

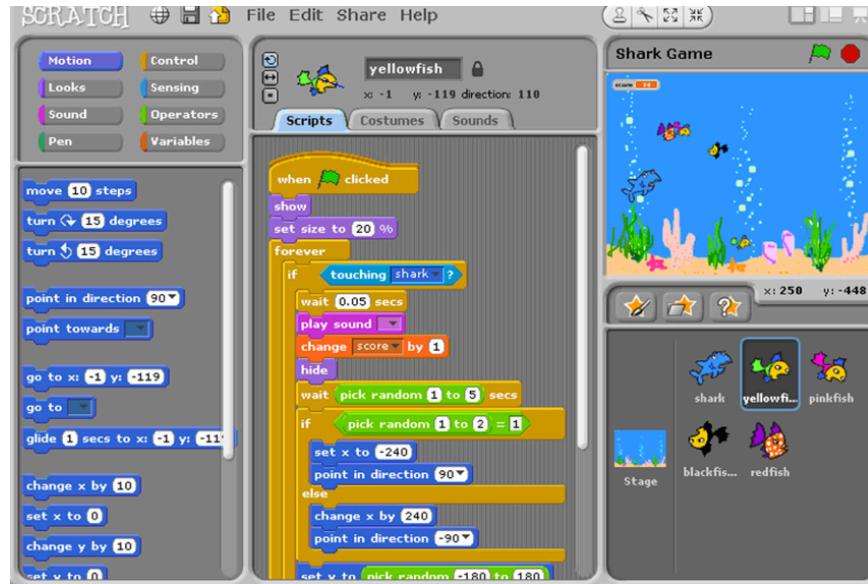


Figure 7: Το περιβάλλον προγραμματισμού MIT Scratch έδωσε την δυνατότητα σε πολλές ομάδες χρηστών ακόμη και μικρών ηλικιών να δημιουργήσουν εύκολα και χωρίς τυπική εκπαίδευση τα δικά τους παιχνίδια

Από την άλλη πλευρά ο οπτικός προγραμματισμός μπορεί να λειτουργεί ως μια μεταφορά για τις σχετικά όχι ελκυστικές βασικές έννοιες, όπως είναι ο έλεγχος ροής και η επανάληψη. Οπως ακριβώς στο παρελθόν, αρχικά η γλώσσα assembly επέτρεψε σε περισσότερους να προγραμματίσουν σε μια γλώσσα που έμοιαζε έστω και λίγο με την φυσική γλώσσα, και μετά οι γλώσσες υψηλού επιπέδου (π.χ., Cobol, C, Pascal, κτλ.) έφυγαν από τις λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής του υλικού του κάθε υπολογιστή που επέβαλε η assembly, έτσι και ο οπτικός προγραμματισμός δίνει την δυνατότητα σε ακόμη περισσότερους να μιλήσουν μια γλώσσα κατανοητή μεν από τον υπολογιστή, αλλά κοντύτερα στην ανθρώπινη λογική. Ο οπτικός προγραμματισμός έδωσε την δυνατότητα ακόμη και στις μικρές ηλικιές να δημιουργήσουν παιχνίδια με εργαλεία όπως το MIT Scratch.

Ο οπτικός προγραμματισμός είναι μια αναγκαία προϋπόθεση για τον προγραμματισμό της διάδρασης, αλλά δεν είναι και ικανή, αφού υπάρχει η ανάγκη να βλέπουμε ταυτόχρονα με την κατασκευή και την συμπεριφορά του προγράμματος και όχι μόνο την στατική του κατάσταση όπως μας την παρουσιάζει ο πηγαίος κώδικας. Σε αναλογία με τον μαθηματικό

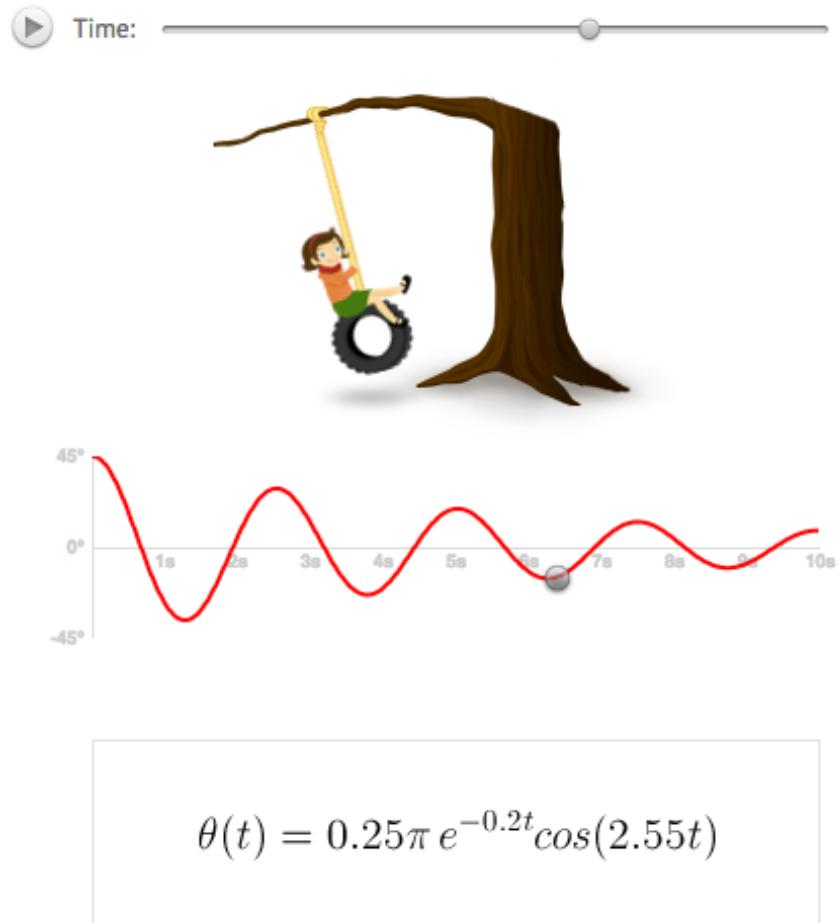


Figure 8: Η οπτική αναπαράσταση του στατικού κώδικα δεν είναι αρκετή, αλλά θα πρέπει να έχουμε και ζωντανή οπτική αναπαράσταση των δεδομένων και της συμπεριφοράς ενός προγράμματος διάδρασης με τον χρήστη. Ο απλός κώδικας υπολογιστή είναι μεν πολύ ευέλικτος είναι όμως και ασαφής όπως ακριβώς και ο μαθηματικός συμβολισμός.

συμβολισμό για την κίνηση του απλού εκρεμμούς, ο πηγαίος κώδικας είναι μεν πολύ ευέλικτος αλλά δεν επιτρέπει την άμεση κατανόηση κατά τις διάφορες φάσεις της εκτέλεσης του προγράμματος. Η γρήγορη δοκιμή και επαναληπτική βελτίωση του προγράμματος διαδραστικής διευκολύνεται από εκείνα τα περιβάλλοντα ανάπτυξης που ενθαρρύνουν την προσομοίωση της εκτέλεσης του προγράμματος και τον διαδραστικό έλεγχο της συμπεριφοράς του.

Ολοκληρωμένο Περιβάλλον

Είναι τόσα πολλά τα πιθανά επιμέρους εργαλεία που έχει ανάγκη ένας προγραμματιστής οπότε δημιουργήθηκε μια νέα κατηγορία υπερ-εργαλείου, το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης, το οποίο περιλαμβάνει όλα τα παραπάνω μέσα στην ίδια εφαρμογή.

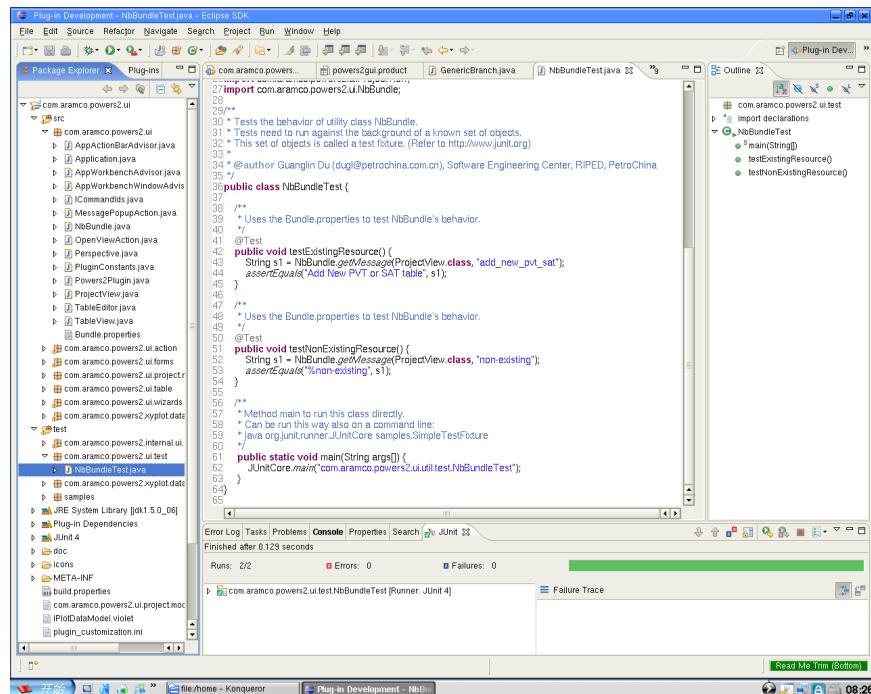


Figure 9: Ενα δημοφιλές περιβάλλον ανάπτυξης ανοικτού κώδικα είναι το Eclipse

Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης αποτελείται από μια οργάνωση εργαλείων και εύκολη πρόσβαση σε διαδικασίες και τεχνικές που βοηθάνε στην παραγωγή του τελικού προϊόντος. Ανάλογα με την εμπειρία και της

προτιμήσεις του κατασκευαστή το περιβάλλον ανάπτυξης μπορεί να έχει πάρα πολλές μορφές και επίπεδα λειτουργίας. Για παράδειγμα οι αρχάριοι χρήστες συνήθως διευκολύνονται από οπτικά περιβάλλοντα ανάπτυξης λογισμικού τα οποια δεν δίνουν άμεση πρόσβαση στον τελικό πηγαίο κώδικα αλλά δίνουν πολύ εύκολη πρόσβαση σε βασικά μοτίβα χρήσης. Από την άλλη πλευρά, οι έμπειροι κατασκευαστές που θέλουν να φτιάξουν κάτι εντελώς καινούριο, όχι μόνο χρησιμοποιούν πολύ απλά και ευέλικτα εργαλεία (π.χ., ένα απλό επεξεργαστή κειμένου), αλλά θα ξοδέψουν και αρκετό χρόνο φτιάχνοντας τα δικά τους εργαλεία και διαδικασίες. Ανάμεσα σε αυτές τις δύο ακραίες απόψεις, υπάρχουν πάρα πολλά εργαλεία, διαδικασίες, και τεχνικές, τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος ανάλογα με τις ικανότητες του και το σκοπό του.

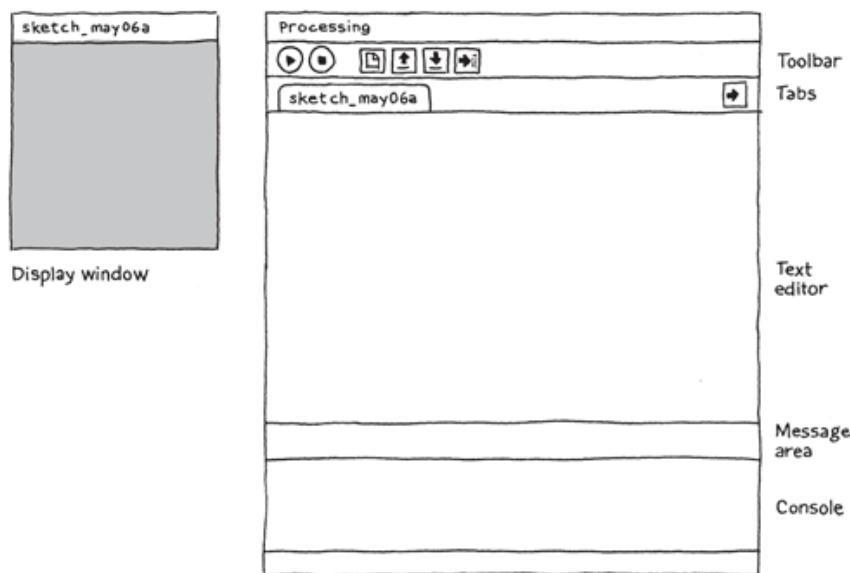


Figure 10: Το περιβάλλον ανάπτυξης του Processing μοιάζει σκόπιμα περισσότερο με μια εφαρμογή εκτέλεσης αρχείων πολυμέσων

Ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στο ολοκληρωμένο περιβάλλον του Processing.org το οποίο έχει φτιαχτεί σκόπιμα έτσι ώστε να μοιάζει περισσότερο με εφαρμογή εκτέλεσης πολυμεσικών αρχείων παρά με ένα προγραμματιστικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με τα δημοφιλή ολοκληρωμένα περιβάλλοντα η εμφάνιση του είναι τουλάχιστον "σπαρτιάτικη" πράγμα που έχει γίνει σκόπιμα ώστε να διευκολύνει τον νέο προγραμματιστή. Ισως περισσότερο αντισυμβατικό και από την εμφάνιση να είναι η ορολογία σε αυτό το περιβάλλον, αφού σκόπιμα

αναφέρεται στον πηγαίο κώδικα ως “διάγραμμα (sketch)”. Η πρόθεση των σχεδιαστών είναι να παροτρύνουν τον προγραμματιστή σε αυτό το περιβάλλον να πειραματίστει και να βελτιώσει την ιδέα του κάνοντας δοκιμή και λάθος. Σε αντίθεση λοιπόν με την παραδοσιακή συμβουλή της αρχικής αναλυτικής σχεδίασης ενός προγράμματος πριν την υλοποίηση του, το περιβάλλον αυτό προτρέπει τον αυτοσχεδιασμό.

Γλώσσα Προγραμματισμού

Σκόπιμα αφήσαμε τελευταία σε αυτήν την ενότητα την γλώσσα προγραμματισμού, γιατί, τουλάχιστον στην περίπτωση του προγραμματισμού της διάδρασης, έχει την μικρότερη σημασία σε σχέση με τις παραμέτρους που εξετάζαμε παραπάνω. Τα περισσότερα βιβλία για τον προγραμματισμό ασχολούνται μόνο με μια γλώσσα προγραμματισμού, πράγμα που είναι σωστό μόνο στην περίπτωση που κάποιος θέλει να μάθει μια γλώσσα προγραμματισμού, αλλά καθόλου σωστό στην περίπτωση που κάποιος θέλει να μάθει την λογική πίσω από τον προγραμματισμό υπολογιστών, κάτι που είναι περισσότερο σημαντικό από τις συντακτικές λεπτομέρειες της κάθε γλώσσας προγραμματισμού. Η γλώσσα προγραμματισμού είναι σίγουρα μια σημαντική παράμετρος τόσο στην εκμάθηση προγραμματισμού όσο και στον προγραμματισμό της διάδρασης, αλλά δεν είναι η μόνη παράμετρος ούτε είναι η σημαντικότερη. Ειδικά για την συγγραφή κώδικα κατά τον προγραμματισμό της διάδρασης, ισχύει ότι η κατάλληλη γλώσσα είναι αυτή που θα διευκολύνει την γρήγορη δημιουργία και επαναληπτική αλλαγή για πολλά εναλλακτικά πρωτότυπα υψηλής πιστότητας.

Ετοιμα Παραδείγματα και Διαμοιρασμός

Σε πολλά από τα παλιά βιβλία σχεδίασης λογισμικού και προγραμματισμού υπάρχει η (σχετικά ρομαντική) εικόνα ότι η σχεδίαση ξεκινάει από μια λευκή σελίδα. Στην πράξη αυτό είναι πολύ σπάνιο, μάλιστα στις περισσότερες περιπτώσεις όπου η σχεδίαση ενός προγράμματος ξεκινάει από μια λευκή σελίδα, συνήθως οδηγείται προς μια σχετικά ελλειπή εκδοχή ενός προγράμματος που ήδη υπάρχει κάπου αλλού σε πολύ πιο βελτιωμένη μορφή. Φυσικά υπάρχουν και οι εξαιρέσεις όπου θα πρέπει να δημιουργηθεί μια πραγματικά πρωτότυπη εφαρμογή στον υπολογιστή, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις αυτό που βλέπουμε είναι παραλλαγές ή ακόμη καλύτερα δημιουργικές συνθέσεις πάνω σε βασικά θέματα που ήδη υπάρχουν και τα οποία αναφέρονται σε κάποιες ανθρώπινες ανάγκες και συνήθειες.

Εχει δημιουργηθεί μια ευρύτερη κίνηση από χομπύστες και ερευνητές οι οποίοι συνεργάζονται είτε σε ειδικές συναντήσεις, είτε συνέχεια με την βοήθεια του δικτύου για την σχεδίαση και κατασκευή νέων εργαλείων που διευκολύνουν την δουλειά τους, ή απλά τους διασκεδάζει από μόνο του

χωρίς να έχουν εξωτερικά κίνητρα. Η κίνηση του Do-It-Yourself (Φτιαξτο μόνος σου) σίγουρα δεν είναι καινούρια και δεν αφορά μόνο το υλικό και λογισμικό, αλλά πλέον αναπτύνεται και σε αυτόν τον τομέα πολύ γρήγορα και προσφέρει λύσεις και κυρίως ιδέες που δεν θα βρούμε στο εμπόριο.

Ιδιοκτησία και Συστήματα Διάδρασης

Η ιδιοκτησία ενός συστήματος διάδρασης είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο γιατί ένα σύστημα διάδρασης είναι συνήθως μια σύνθεση από υλικό και λογισμικό που απευθύνεται σε έναν άνθρωπο-χρήστη. Από την μια πλευρά το υλικό και το λογισμικό καλύπτεται από διαφορετική νομοθεσία για την ιδιοκτησία, με το υλικό να καλύπτεται από πατέντες, ενώ το λογισμικό να θεωρείται κείμενο και να καλύπτεται από copyright. Από την άλλη πλευρά, η ανθρωποεντρική διαδικασία ανάπτυξης ενός συστήματος διάδρασης άπταιται της νομοθεσίας για την εργονομία που αφορά κυρίως πατέντες. Οι παραδοσιακές επιχειρήσεις στον χώρο του λογισμικού είναι υπερπροστατευτικές με την πνευματική ιδιοκτησία τους και περιχαρακώνουν την περιοχή που τους ανήκει, ενώ οι επιχειρήσεις που βασίζονται στις τεχνολογίες του υπολογισμού και του δικτύου προσπαθούν να είναι όσο γίνονται περισσότερο ανοικτού κώδικα και ταυτόχρονα δημιουργούν συνδέσμους με άλλες επιχειρήσεις.

Στην πράξη, το νομικό πλαίσιο είναι τόσο ασαφές και πολύπλοκο εξαιτίας της φύσης των συστημάτων διάδρασης, επομένως, οι εταιρείες οχυρώνονται με όσο γίνεται περισσότερες πατέντες μπορούν να αγοράσουν ή να κατοχυρώσουν, κάνοντας εκατέρωθεν μηνύσεις, και τελικά τα βρίσκουν εξωδικαστικά. Για παράδειγμα μια εταιρεία όπως η Microsoft ή η Apple οι οποίες αναπτύχθηκαν πολύ πριν την διάχυση της δικτυακής κουλτούρας βασίζουν την δραστηριότητα τους σε σχετικά κλειστά συστήματα τα οποία προστατεύονται με πολλούς τρόπους. Ενας τρόπος με τον οποίο προσπάθησαν οι εταιρείες του χώρου να προστατέψουν το λογισμικό τους και ειδικά το τμήμα της διεπαφής είναι οι πατέντες. Η Apple είχε κάνει μήνυση στην Microsoft για την ομοιότητα που παρουσίαζε η διεπαφή των πρώτων εκδόσεων των Windows με το αντίστοιχο λειτουργικό σύστημα του Mackintosh. Πιο πρόσφατα η Amazon είχε προσπαθήσει να κερδίσει πατέντα για την δυνατότητα ενός αγοραστή να ψωνίζει με ένα μόνο κλικ του ποντικιού ένα προϊόν από το δικτυακό μαγαζί της.

Πολλοί επικριτές έχουν παρομοιάσει τις παραπάνω πατέντες με την προσπάθεια να κερδίσει πατέντα μια εταιρεία για ένα εργαλείο όπως το σφυρί: Δυστυχώς δεν υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους ένας άνθρωπος μπορεί να κρατήσει και να χρησιμοποιήσει ένα σφυρί και αν κάποιος πάρει αυτήν την πατέντα αποκτά ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα που τελικά δεν θα βοηθήσει όλην την κοινωνία. Ενώ λοιπόν είναι αποδεκτό ότι η αποτελεσματική προστασία της πνευματικής ιδιοκτησίας είναι σημαντικό κίνητρο για τους δημιουργούς, ταυτόχρονα

έχει γίνει κατανοητό ότι υπάρχει μια πολύ λεπτή διαχωριστική γραμμή ανάμεσα στην καινοτομία που πρέπει να προστατευτεί και στο προφανές που πρέπει να είναι διαθέσιμο σε όλους. Δυστυχώς αυτή η λεπτή διαχωριστική γραμμή ούτε ευδιάκριτη είναι, ενώ με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας και των ανθρώπινων αναγκών είναι κινούμενη.

Ανοικτός κώδικας και δεδομένα

Οι οργανισμοί και οι εταιρείες της οικονομίας του δικτύου εντοπίζουν και ορίζουν την ταυτότητα και τον σκοπό τους όχι με βάση μια αγορά αλλά με βάση τους συνδέσμους συνεργασίας που έχουν με όλους τους παίκτες σε μια αγορά. Για παράδειγμα, πάρα πολλά από τα δεδομένα του Google και του Twitter είναι διαθέσιμα ελεύθερα διαθέσιμα, γιατί, αν και έτσι δίνουν πρόσβαση στους ανταγωνιστές, ταυτόχρονα η αύξηση της χρήσης τους κάνει της ίδιες πιο σημαντικές, ή με άλλα λόγια αυξάνει έμμεσα την αγορά τους. Συνοπτικά, οι πρώτη περίπτωση αντιμετωπίζει την αγορά σαν μια πίτα σταθερού μεγέθους, από την οποία προσπαθεί να πάρει το καλύτερο ή μεγαλύτερο κομμάτι, ενώ η δεύτερη περίπτωση φαντάζεται μια πίτα που μεγαλώνει συνέχεια, όπου την ενδιαφέρει να κρατήσει το κομμάτι που έχει, ενώ δεν την πειράζει και να χάσει κάτι από αυτό αρκεί η συνολική πίτα-αγορά να μεγαλώνει και το δικό της κομμάτι βρίσκεται σε ανάπτυξη. Αυτή η μικρή φαινομενικά διαφορά αντιμετώπισης της αγοράς λογισμικού έχει πολύ μεγάλες συνέπειες στην επιχειρηματική πράξη και το ακριβές μείγμα της μπορεί να υλοποιηθεί από τον τρόπο που ορίζει μια εταιρεία την διεπαφή του προγραμματιστή.

Εμπορική Μελέτη Περίπτωσης

Το Arduino είναι ένας πολύ δημοφιλής μικροελεγκτής που φτιάχτηκε με αρχικό σκοπό τον προγραμματισμό και την εκπαίδευση των φοιτητών της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή με συστήματα εισόδου-εξόδου, πέρα από τα κλασικά πληκτρολόγιο-ποντίκι-οθόνη που έχουμε στους επιτραπέζιους Η.Υ. Πριν το Arduino οι φοιτητές και οι ερευνητές που ήθελαν να δημιουργήσουν και να πειραματιστούν με νέα συστήματα εισόδου και εξόδου έπρεπε πρώτα να συνδέουν στον επιτραπέζιο υπολογιστή κάποιους αισθητήρες και ελεγκτές, μέσω ενός εξωτερικού μικροεπεξεργαστή που μεταφράζει τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακά και αντίστροφα. Ενα μεγάλο μέρος από αυτήν την διαδικασία είναι όμοιο ανεξάρτητα από το είδος του αισθητήρα που συνδέουμε, επομένως ένα μεγάλο μέρος της προ-εργασίας που γινόταν ήταν απλά εμπόδιο και καθυστέρηση για βασικό στόχο, ενώ ταυτόχρονα απαιτούσε και ειδικές δεξιότητες στην ηλεκτρονική και στους μικροεπεξεργαστές που πολλοί δημιουργικοί κατασκευαστές της διάδρασης δεν είχαν. Αυτήν την ανάγκη ήρθε να καλύψει το Arduino που δημιουργήθηκε από τους καθηγητές της

μεταπτυχιακής σχόλης διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή στο Ινστιτούτο Ιβρέα στην Ιταλία.

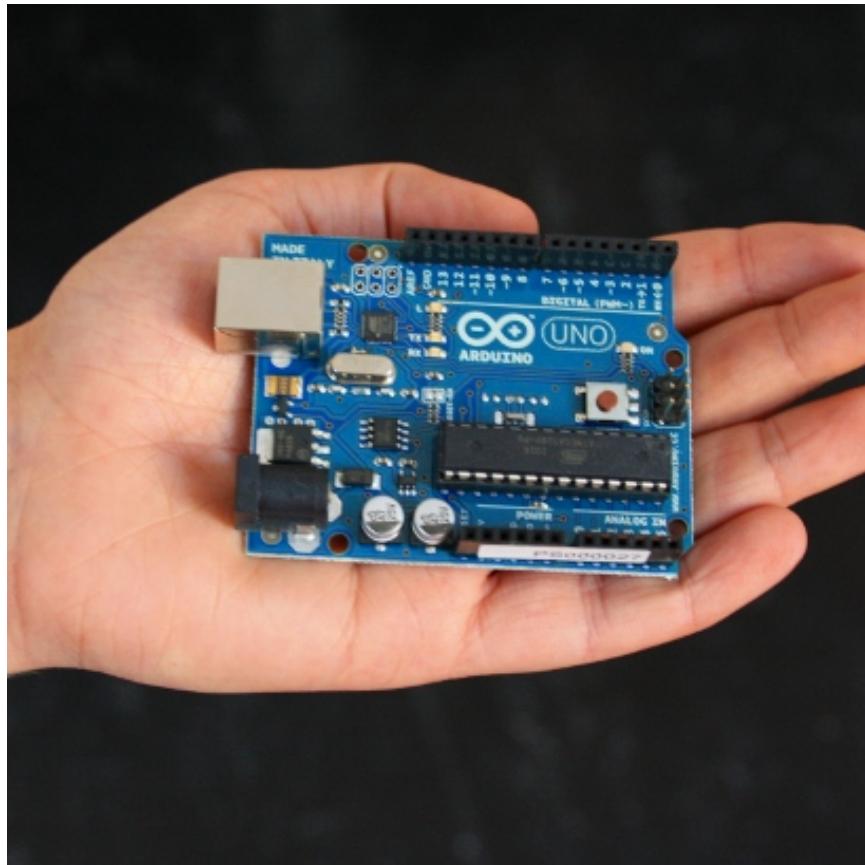


Figure 11: Υπάρχουν πάρα πολλά είδη Arduino τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες

Το βασικό μοντέλο Arduino (π.χ., Uno) έρχεται με μια θύρα USB η οποία αποτελεί το κύριο κανάλι δικτυακής επικοινωνίας που έχει με έναν επιτραπέζιο ΗΥ. Η θύρα USB είναι πολύ χρήσιμη για να φορτώσουμε μια νέα έκδοση της εφαρμογής μας, καθώς και να δοκιμάσουμε μια εφαρμογή που θα πρέπει να έχει πρόσβαση σε δεδομένα του ευρύτερου δικτύου του επιτραπέζιου ΗΥ. Αν και αυτές οι δυνατότητες δικτυακής επικοινωνίας είναι συνήθως αρκετές για τα περισσότερα εκπαιδευτικά και σπιτικά έργα που γίνονται με Arduino, είναι πολύ περιορισμένες για κάτι εμπορικό ή για κάτι που είναι ανεξάρτητο από τον παραδοσιακό επιτραπέζιο ΗΥ. Για αυτόν τον σκοπό οι σχεδιαστές του Arduino έχουν προβλέψει την

τοποθέτηση επεκτάσεων με έναν τυποποιημένο τρόπο που λέγεται shield.

Το Arduino έχει πολλές εισόδους τόσο ψηφιακές όσο και αναλογικές, οι οποίες μπορούν να συνδεθούν με μια μεγάλη ποικιλία από απλούς αισθητήρες μέχρι και πιο πολύπλοκες κατασκευές. Ο πιο εύκολος τρόπος για να δώσουμε εισόδο στο Arduino είναι η απευθείας σύνδεση ενός αισθητήρα με τις ψηφιακές/αναλογικές εισόδους του. Σε πιο πολύπλοκα συστήματα εισόδου ο σχεδιαστής μπορεί να φτιάξει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο συνοδευτικό breadboard. Εκτός από την δυνατότητα για εισόδο από εναλλακτικά συστήματα πέρα από πληκτρολόγιο/ποντίκι, το Arduino σχεδιαστήκε για να δίνει και έξοδο σε εναλλακτικά συστήματα πέρα από την παραδοσιακή οθόνη και εκτυπωτή. Φυσικά, όπως και στην περίπτωση των εισόδων οι χρήστες του Arduino έχουν βρει πολλές ακόμη εφαρμογές οι περισσότερες από τις οποίες εμπνέονται από τα συστήματα ελέγχου (π.χ., βιομηχανία, ασφάλεια, κτλ.).

Το Arduino δεν ήταν η πρώτη προσπάθεια κατασκευής ενός μικροελεκτρή που διασυνδέεται εύκολα με επιπλέον αισθητήρες, αφού στο παρελθόν είχαν γίνει αντίστοιχες προσπάθειες τόσο από μεγάλα ερευνητικά έργα και πανεπιστήμια όσο και από εταιρείες, αλλά κανένα δεν είχε την αποδοχή του Arduino σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα. Αν και δεν είναι εύκολο να εντοπίσουμε δλες τις παραμέτρους που συνέβαλαν στην επιτυχία του, σίγουρα μια από αυτές ήταν το γεγονός ότι το έργο βασιζόταν σε τεχνολογία ανοικτού κώδικα, η οποία επέτρεψε άλλους κατασκευαστές να φτιάξουν τις δικές του εκδοχές. Επιπλέον, η φύση του ανοικτού κώδικα έδωσε την αυτοπεποίθηση σε πολλούς σχεδιαστές να το επιλέξουν αφού έτσι έχουν μεγαλύτερη ασφάλεια από πιθανές αλλαγές που θα αποφάσιζε μονομερώς μια εταιρεία. Στα λίγα χρόνια της κυκλοφορίας του, η αποδοχή και η ευλιξία του Arduino αποδείχτηκε τόσο μεγάλη οπότε δημιουργήθηκε μια αντίστοιχα μεγάλη και ενεργή κοινότητα χρηστών που ασχολούνται με εφαρμογές πολύ πέρα από τους αρχικούς στόχους του σχεδιασμού του.

Συνολικά, το Arduino δίνει την ελευθερία στον σχεδιαστή της διάδρασης ανθρώπου-υπολογιστή να σκεφτεί και να κατασκευάσει σχετικά εύκολα και οικονομικά εναλλακτικούς τρόπους διάδρασης, πέρα από τον επιτραπέζιο ΗΥ. Οπως ακριβώς και το Processing, το Arduino βασίζεται περισσότερο σε μια κοινότητα χρηστών παρά σε μια αυστηρά οργανωμένη εταιρεία για να παρέχει μια σειρά από υπηρεσίες όπως η πώληση, η τεκμηρίωση, και η υποστήριξη. Οι ομοιότητες μεταξύ του Processing και του Arduino δεν σταματούν στα κίνητρα και στην ανοικτή κοινότητα ανάπτυξης, αλλά συνεχίζονται και στην υοθέτηση του περιβάλλοντος ανάπτυξης του Processing από το Arduino. Βλέπουμε λοιπόν, ότι ένα απλό περιβάλλον ανάπτυξης που βαζίζεται στις συνεχείς αλλαγές του κώδικα και στον γρήγορο έλεγχο του αποτελέσματος είναι βασική προυπόθεση για τον προγραμματισμό της διάδρασης ανεξάρτητα από το τεχνολογικό πλαίσιο (π.χ., πολυμέσα, επιτραπέζιος, διάχυτος υπολογισμός).

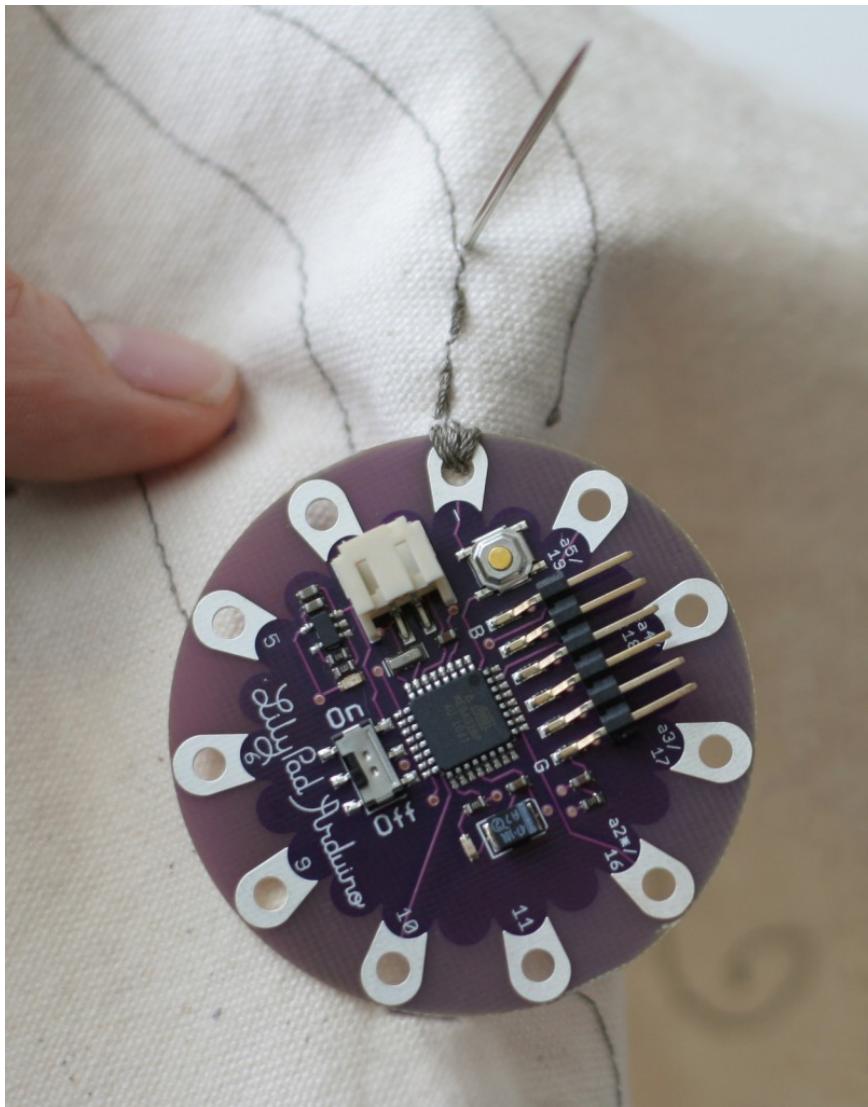


Figure 12: Το Arduino Lilypad σχεδιάστηκε έτσι ώστε να διευκολύνει το ράψιμο του επάνω σε υφάσματα

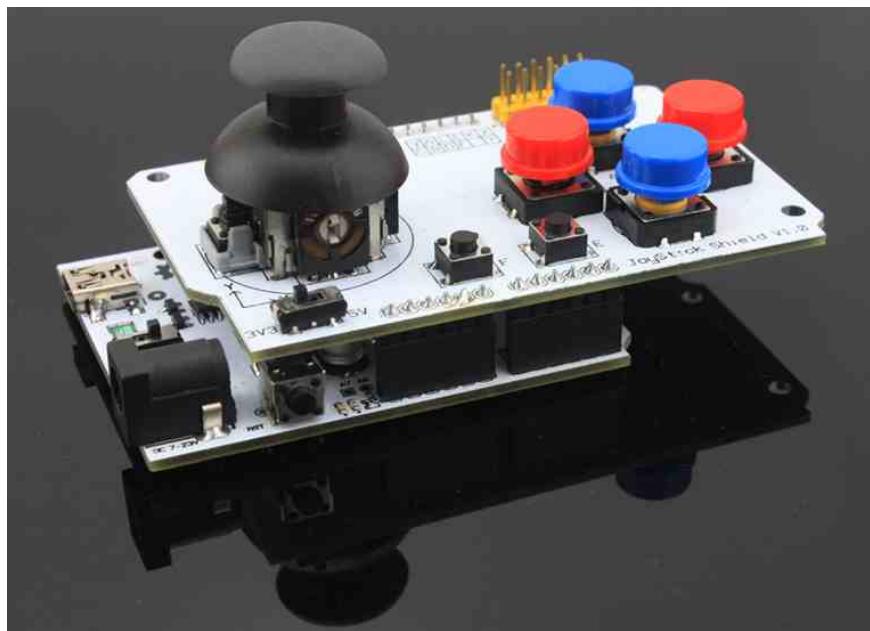


Figure 13: Η επέκταση με shields επιτρέπει στο βασικό Arduino να αποκτήσει νέες δυνατότητες εισόδου (π.χ., joystick) και εξόδου



Figure 14: Το Arduino στην βασική του μορφή χρησιμοποιείται κατά το στάδιο της ανάπτυξης πρωτοτύπων υψηλής πιστότητας για νέα συστήματα διάδρασης (π.χ., έξυπνο ρολόι pebble) αφού επιτρέπει τον γρήγορο έλεγχο, ενώ διευκολύνει και την μετάβαση στην παραγωγή αφού το κύκλωμα του είναι ελεύθερα διαθέσιμο για χρήση και μετατροπή

Ερευνητική Μελέτη Περίπτωσης

Το Reactable είναι ένα ψηφιακό μουσικό σύστημα που βασίζεται στην διάδραση με αφή και χειροποιαστά αντικείμενα. Εκτός από την εκθεσιακή εγκατάσταση και την πειραματική του χρήση, το Reactable έχει χρησιμοποιηθεί σε συναυλίες από γνωστά εμπορικά γκρουπ και μουσικούς, όπως οι Coldplay και η Bjork. Αν και το σύστημα είναι πλέον εμπορικό, το σύστημα ξεκίνησε από ένα ερευνητικό έργο σε πανεπιστήμιο και οι δημιουργοί του έχουν κάνει διαθέσιμο ένα μεγάλο μέρος από το λογισμικό αλλά και οδηγίες για την κατασκευή του υλικού, έτσι ώστε να μπορούν περισσότεροι χρήστες να το φτιάξουν και να το τροποποιήσουν.



Figure 15: Το ηλεκτρονικό μουσικό όργανο Reactable βασίζεται σε μια δημιουργική σύνθεση υλικού και λογισμικού που είναι εύκολα διαθέσιμα και παρότι ξεκίνησε ως ερευνητικό έργο σε πανεπιστήμιο δεν άργησε να βρει την αποδοχή και στην μουσική αγορά.

Το υλικό του Reactable βασίζεται σε ένα βίντεο προβολέα και σε μια κάμερα τα οποία λειτουργούν ως συσκευές άμεσης εισόδου και εξόδου πάνω σε μια οριζόντια επιφάνεια που έχει κατασκευαστεί με την μορφή ενός στρογγυλού τραπεζιού. Η επιφάνεια διαδρασης μπορεί και αναγνωριζεί την αφή σε πολλαπλά σημεία καθώς και την τοποθέτηση αντικειμένων τα οποία έχουν ένα είδος γραμμοκώδικα (fiducials). Το μεγάλο μέγεθος της οθόνης σε συνδυασμό με την δυνατότητα αναγνώρισης πολλαπλών σημείων αφής και πολλών αντικειμένων επιτρέπει την ταυτόχρονη και συνεργατική διάδραση πολλών χρηστών καθώς και την κατασκευή

σύνθετων αναπαραστάσεων που στην περίπτωση του Reactable είναι φίλτρα ηλεκτρονικής μουσικής. Φυσικά, τίποτα δεν εμποδίζει έναν κατασκευαστή να χρησιμοποιήσει τα αρχέτυπα διάδρασης του Reactable (πολυαπτικό, χειροπιαστά αντικείμενα) για να αναπτύξει εφαρμογές σε άλλα πεδία όπως στην εκπαίδευση.

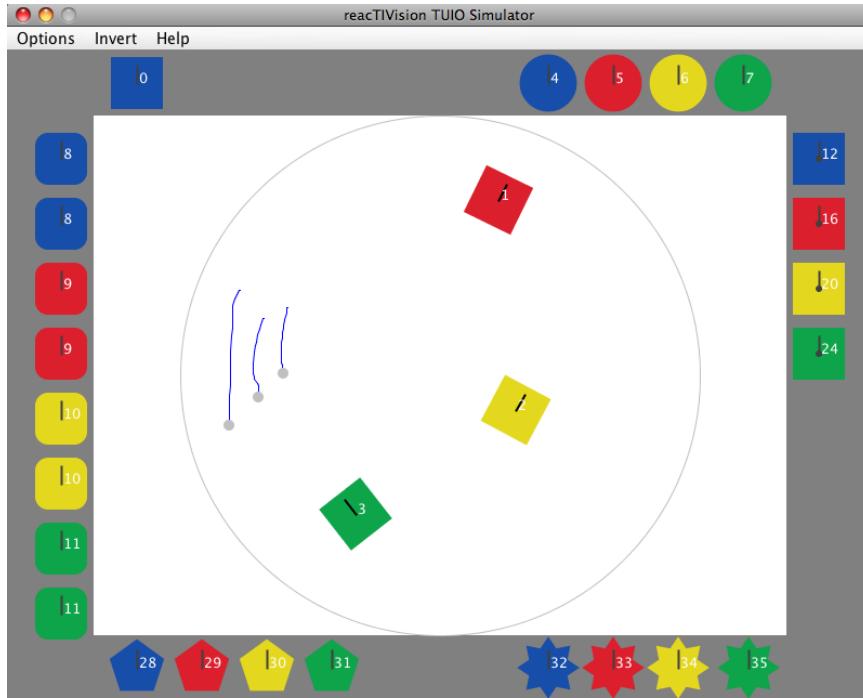


Figure 16: Ο προσδομοιωτής για το πολυαπτικό σύστημα Reactable επιτρέπει στον κατασκευαστή να δοκιμάσει την διάδραση στον επιτραπέζιο υπολογιστή ανάπτυξης, αλλάς σίγουρα δεν μπορεί να δοκιμάσει εκείνες τις νέες χειρονομίες που δεν μπορούν να προσδομοιωθούν από το ποντίκι, όπως για παράδειγμα χειρονομίες που απαιτούν πολλά δάκτυλα ή και τα δύο χέρια, π.χ., στην περίπτωση των πολλων χρηστών.

Από την σκοπία των εργαλείων και της διαδικασίας ανάπτυξης, το πιο ενδιαφέρον τμήμα του λογισμικού ReacTIVision που χρησιμοποιείται στο σύστημα Reactable, είναι το υποσύστημα για την προσωμοίωση. Η δοκιμή για νέες χειρονομίες για συνεργατικές εφαρμογές σε πολυαπτική οθόνη μπορεί να ξεκινήσει από τον προσδομοιωτή που εκτελείται πάνω στον επιτραπέζιο υπολογιστή και επιτρέπει στον κατασκευαστή να εξερευνήσει σχετικά άμεσα, μέσα από γρήγορη δοκιμή και επανάληψη πιθανές εναλλακτικές. Στην συνέχεια βέβαια θα πρέπει να έχει στην διάθεση του και την αντίστοιχη πραγματική πολυαπτική επιφάνεια,

αφού δεν είναι το ίδιο για τους χρήστες να χειρίζονται διαφορετικά απτά αντικείμενα και τα δάκτυλα τους σε σχέση με το να τα προσομοιώνουν όλα αυτά μέσω του ποντικιού.



Figure 17: Το διαφορετικό πλαίσιο χρήσης και οι διαφορετικές ανάγκες των χρηστών του Reactable οδήγησαν τους σχεδιαστές στον προγραμματισμό της διάδρασης για μια νέα κατηγορία εφαρμογών όπου εκτός από την μουσική έχει εφαρμογή και αλλού όπως στον έλεγχο της ροής του νερού και των φωτιστικών εφέ για ένα συντριβάνι στην Βαρκελώνη.

Συνοπτικά, βλέπουμε ότι η περίπτωση του προγραμματισμού της διάδρασης για το Reactable που αντιπροσωπεύει ένα νέο σύστημα διάδρασης, απαιτεί πολλές δεξιότητες πέρα από την γλώσσα προγραμματισμού. Αρχικά, οι κατασκευαστές του Reactable είχαν ως στόχο να ικανοποιήσουν τις ανάγκες μιας πολύ συγκεκριμένης ομάδας χρηστών, των μουσικών που παίζουν ζωντανά ηλεκτρονική μουσική. Με αφετηρία τις ειδικές ανάγκες αυτής της ομάδας σχεδίασαν και κατασκεύασαν τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό για μια νέα συσκευή διάδρασης. Σε αυτήν την προσπάθεια δεν απαιτήθηκε να επανεφεύρουν τον τροχό, αντίθετα ενσωμάτωσαν όσα περισσότερα έτοιμα στοιχεία απαιτήθηκαν από σχετικά έργα (π.χ., πολυαπτική οθόνη προβολής, αναγνώριση εικόνας, πρωτόκολο μετάδοσης δεδομένων). Σε αναλογία με την περίπτωση της γραφικής επιφάνειας εργασίας του επιτραπέζιου υπολογιστή, που σκόπευε να διευκολύνει την εργασία στο γραφείο, οι κατασκευαστές του Reactable οδηγήθηκαν σε μια νέα συσκευή διάδρασης που εξυπηρετεί τις ανάγκες της ζωντανής ηλεκτρονικής μουσικής με ένα νέο τρόπο, ο οποίος όμως βασίζεται σε στοιχεία από προηγούμενη έρευνα και ταυτόχρονα έχει την εευλιξία να εξυπηρετήσει και σχετικές ομάδες χρηστών.

Σχετική βιβλιογραφία

- Denning, P. J., & Riehle, R. D. (2009). The profession of IT Is software engineering engineering?. *Communications of the ACM*, 52(3), 24-26.
- Graham, P. (2004). Hackers and Painters: Big Ideas from the Computer Age. O'Reilly Media
- Grudin, J. (1990, March). The computer reaches out: the historical continuity of interface design. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 261-268). ACM.
- Hunt, A. A. (2000). The pragmatic programmer: from journeyman to master. Addison-Wesley Professional.
- McConnell, S. (2004). Code complete. O'Reilly Media, Inc.
- Myers, B., Hudson, S. E., & Pausch, R. (2000). Past, present, and future of user interface software tools. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(1), 3-28.
- Noble, J. (2012). Programming Interactivity. O'Reilly.
- Olsen, D. R. (1998). Developing user interfaces. Morgan Kaufmann.
- Pering, C. (2002). Interaction design prototyping of communicator devices: Towards meeting the hardware-software challenge. *interactions*, 9(6), 36-46.
- Raymond, E. (1999). The cathedral and the bazaar. *Knowledge, Technology & Policy*, 12(3), 23-49.
- Reas, C., & Fry, B. (2007). Processing: a programming handbook for visual designers and artists (Vol. 6812). Mit Press.
- Thimbleby, H. (2007). Press On:Principles of Interaction Programming. MIT Press
- Victor, B. (2012). [Learnable Programming: Designing a Programming System for Understanding Programs](#)