

Η «Αθέατη» Τεχνολογία: Pervasive Computing. Συμπληρωματική και εξελικτική πορεία με: e- Learning και m-Learning

Απόστολος Ζήβελδης
Πληροφορικός ΠΕ19, M.Sc. Computer Science – Γραφείο Δικτυακής Εκπαιδευτικής Πύλης
ΥπΕΠΘ
Αθήνα, Ελλάδα
aziveld@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιασθεί και να αναλυθεί ο τομέας του *Pervasive* ή *Ubiquitous Computing*, να γίνει μια σύντομη παρουσίαση των τεχνολογιών *e-Learning* και *m-Learning* και τέλος να φανεί ο τρόπος με τον οποίο αυτές αλληλεπιδρούν και συσχετίζονται με τον τομέα του *Pervasive Computing*.

Στο κείμενο που ακολουθεί μπορεί να διακρίνει κανείς τις δύο αντιμαχόμενες και πολύ διαφορετικές φιλοσοφίες για τον τρόπο υλοποίησης του *Pervasive Computing*. Η μία υποστηρίζει την αυξανόμενη επεξεργαστική ισχύ σε ολοένα μικρότερου όγκου συσκευές, όπως φορητούς υπολογιστές, *handhelds* και *wearables*, ενώ στην αντίπερα όχθη βρίσκεται η άποψη ότι η αυριανή επεξεργαστική ισχύς δεν θα πρέπει να βρίσκεται σε συγκεκριμένες φορητές συσκευές, αλλά αντίθετα θα πρέπει να είναι ενσωματωμένη στα μελλοντικά υπερδίκτυα. Οι συσκευές του μέλλοντος λοιπόν, ανεξαρτήτως είδους -αυτοκίνητα, σπίτια, γραφεία, ξενοδοχεία κ.λπ.-, θα πρέπει να μπορούν να συνδέονται και να παρέχουν πρόσβαση σε εφαρμογές και αρχεία που βρίσκονται αποθηκευμένα στο ευρύτερο δίκτυο. Στην περίπτωση αυτή, το ίδιο το δίκτυο θα είναι ο υπολογιστής.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Pervasive* ή *Ubiquitous Computing*, *e-Learning*, *m-Learning*.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή εποχή, σημαντικές προσπάθειες και επενδύσεις αφιερώνονται από μεγάλες εταιρείες και ερευνητικά ιδρύματα στην ανάπτυξη νέων μορφών υπολογιστών, που θα συνδυάζονται και θα αλληλεπιδρούν με το φυσικό ανθρώπινο περιβάλλον, σε τέτοιον βαθμό ώστε, τελικά, να αποτελέσουν αναπόσπαστο μέρος του.

Η «εξαφάνιση» των υπολογιστών αποτελεί θεμελιώδη συνέπεια όχι της τεχνολογίας αλλά της ανθρώπινης συμπεριφοράς και ψυχολογίας. Έτσι, όποτε οι άνθρωποι εξοικειώνονται επαρκώς με κάτι, παύουν να το αναγνωρίζουν. Για παράδειγμα, όταν κοιτάμε κάποια πινακίδα στο δρόμο, η πληροφορία που αναγράφεται, απορροφάται χωρίς ο άνθρωπος να εκτελεί συνειδητά την πράξη της ανάγνωσής της. Μόνο όταν οι υπολογιστές «εξαφανιστούν» κατά παρόμοιο τρόπο από την ανθρώπινη συνείδηση, θα έχουμε επιτύχει το στόχο της πλήρους ενσωμάτωσής τους στην καθημερινότητά μας. Η ιδέα της ενσωμάτωσης των υπολογιστών στο φυσικό κόσμο μας ονομάζεται *Pervasive* ή *Ubiquitous Computing* (Weiser M., 1999). Σε ελεύθερη απόδοση, ο όρος εκφράζει τον πανταχού παρόντα υπολογιστή που θα προσφέρει τις υπηρεσίες του χωρίς ο χρήστης να γνωρίζει καν την ύπαρξή του.

ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΤΟΥ PERSVASIVE COMPUTING

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της εποχής του Pervasive Computing είναι το γεγονός ότι κάθε άνθρωπος θα έχει στη διάθεσή του πολλούς υπολογιστές. Μερικοί από αυτούς θα μας εξυπηρετούν, όπως και σήμερα, κατά τις περιπλανήσεις μας στο Internet, χωρίς να απασχολούν την προσοχή μας. Άλλοι θα είναι ενσωματωμένοι σε τοίχους, καρέκλες, ρούχα, διακόπτες του ηλεκτρικού, αυτοκίνητα, με λίγα λόγια σχεδόν σε οτιδήποτε. Αυτά τα «έξυπνα» αντικείμενα θα συνδέονται σε δίκτυα. Οι κοινωνικές επιπτώσεις της ενσωμάτωσης υπολογιστών σε κοινά αντικείμενα θα είναι ανάλογες με αυτές άλλων τεχνολογιών που είναι πανταχού παρούσες, όπως αυτή του ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο χρησιμοποιούμε κάθε στιγμή χωρίς, εντούτοις, να σημειώνουμε την παρουσία του (Dryer D. C., 1999).

Πολλά ερευνητικά προγράμματα mobile και wearable computing ή τεχνητής νοημοσύνης, όπως το Things That Think του MIT, οδηγούν την τεχνολογία των πληροφοριών πέρα από χώρους, ενώ εταιρείες, όπως οι Mattel και Disney, ενσωματώνουν υπολογιστικές δυνατότητες σε καθημερινά αντικείμενα.

Το Pervasive Computing θα απλοποιήσει τη ζωή μας, συνδέοντας εφαρμογές που βασίζονται σε ανοικτή αρχιτεκτονική με τις καθημερινές δραστηριότητές μας. Θα απομακρύνει την πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει τις υπάρχουσες τεχνολογίες και θα μας επιτρέψει να εργαζόμαστε αποδοτικότερα, εξασφαλίζοντας παράλληλα περισσότερο ελεύθερο χρόνο. Το hardware (προσωπικοί υπολογιστές, PDAs, ηλεκτρονικά organizers, routers, switches και καταναλωτικές ηλεκτρονικές συσκευές), το software (λειτουργικά συστήματα, εφαρμογές και διαχείριση δικτύων), το Internet, οι φορείς υπηρεσιών, η καλωδιακή τηλεόραση και πολλά άλλα, δείχνουν προς την ίδια κατεύθυνση: αυτή της συγκέντρωσης, ενοποίησης και αλληλεπίδρασης όλων των υπηρεσιών, εφαρμογών και πληροφοριών (Ark S., 1999).

Σε αντίθεση με τη σημερινή πρακτική και στρατηγική, οι υπολογιστές του μέλλοντος δεν θα είναι ακόμη περισσότερο φορητοί, αλλά αντίθετα οι πληροφορίες θα είναι «φορητές», δηλαδή προσβάσιμες από παντού. Δεν θα χρειάζεται να κουβαλάμε μαζί μας ηλεκτρονικές συσκευές που θα περιέχουν τα δεδομένα που χρειαζόμαστε, αλλά, αντίθετα, οι συσκευές θα αναγνωρίζουν ποιους είμαστε και θα «θυμούνται» τα δεδομένα που έχουμε αποθηκεύσει σε κάποιο απόμακρο σημείο του ευρύτερου δικτύου. Οι συσκευές αυτές θα πρέπει να είναι εύκολες στη χρήση τους και για το λόγο αυτόν μεγάλη σημασία έχει ο σχεδιασμός που θα επιλεγεί για το user interface που θα ενσωματώνουν. Παράλληλα, θα είναι περισσότερο «ενήμερες» για το χρήστη τους και το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Θα μπορούν να «αισθάνονται» την παρουσία ή απουσία του χρήστη και κατά κάποιον τρόπο να προβλέπουν τις ανάγκες και τις επιδιώξεις του. Τέλος, θα μπορούν να γνωρίζουν την ακριβή θέση τους και το χώρο στον οποίο βρίσκονται, ώστε να λαμβάνουν τις κατάλληλες ανά περίπτωση αποφάσεις (Hoffnagle, G. F., 1999).

PERSVASIVE COMPUTING – e-LEARNING – m-LEARNING: ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΙ

Στην ενότητα που ακολουθεί θα παρουσιασθούν οι υπάρχουσες τεχνολογίες e-Learning και m-Learning και ο τρόπος με τον οποίο αυτές αλληλεπιδρούν και συσχετίζονται με τον τομέα του Pervasive Computing, όπως αυτός παρουσιάστηκε και αναλύθηκε παραπάνω.

e-Learning

Στην παρούσα εργασία θα περιοριστούμε στον ορισμό¹ σύμφωνα με τον οποίο e-Learning είναι «οποιαδήποτε μορφή διδασκαλίας στην οποία η αλληλεπίδραση μαθητών - μαθητών και μαθητών

¹ Ο ακριβής ορισμός του e-Learning παρουσιάζει την ιδιαιτερότητα ότι ποικίλλει από περίπτωση σε περίπτωση. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο γεγονός ότι μέχρι πρόσφατα ο όρος τροποποιούνταν ώστε να αντικατοπτρίζει το είδος των υπηρεσιών που παρείχε κατά περίπτωση κάθε οργανισμός ή εταιρεία που δραστηριοποιούνταν στο χώρο.

- διδασκόντων γίνεται με τη βοήθεια κάποιου δικτύου υπολογιστών». Θα ασχοληθούμε, δηλαδή, κατά κύριο λόγο με την εκπαίδευση μέσω ενός δικτυακού περιβάλλοντος (στις περισσότερες περιπτώσεις εννοούμε το Internet) και δευτερευόντως με τις υπόλοιπες μεθόδους διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή (π.χ. Computer Based Training – CBT, Multimedia διδακτικές παραγωγές κ.λπ.) (Kossen, J. S., 2001).

Επιπλέον κρίνεται σκόπιμο να αναφέρουμε κάποιες γενικές έννοιες, οι οποίες θα μας φανούν ιδιαίτερα χρήσιμες στη συνέχεια (Flake, J.L., 1996). Καταρχήν, κάθε είδους διδασκαλία, ηλεκτρονική ή μη, ασχολείται με κάποιο γνωστικό αντικείμενο και περιλαμβάνει κάποιο διδακτικό περιεχόμενο (content) ή, πιο απλά, κάποια διδακτέα ύλη. Το περιεχόμενο αυτό πρέπει προφανώς να παραδίδεται με κάποιο τρόπο στο μαθητή. Υπεισέρχεται συνεπώς η έννοια της μετάδοσης ή αλλιώς διανομής της διδακτέας ύλης, η οποία περιλαμβάνει τόσο τη μέθοδο διδασκαλίας όσο και τα μέσα (στην περίπτωση μας τις τεχνολογίες) που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτόν. Οι δύο προαναφερόμενες έννοιες αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά οποιασδήποτε διδακτικής διαδικασίας, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο αυτές, τελικά, υλοποιούνται. Τέλος, αξίζει να αναφέρουμε τις έννοιες της διαχείρισης του διδακτικού περιεχομένου και της αξιολόγησης τόσο των μαθητών όσο και του συστήματος παράδοσης. Αυτές, ανεξάρτητα με το πώς υλοποιούνται, διασφαλίζουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του διδακτικού περιεχομένου (διαχείριση) και του τρόπου διανομής του (αξιολόγηση) (Moore, M. G., Lass, H., 1996).

Τεχνολογίες του e-Learning

Ο τομέας του e-Learning συνδυάζει και αξιοποιεί μία πληθώρα τεχνολογιών, ενώ παράλληλα ωθεί σημαντικά την ανάπτυξη καινούριων (Keegan, D., 2003). Οι τεχνολογίες αυτές ποικίλουν τόσο ως προς την πολυπλοκότητα όσο και ως προς τις απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ και σε ταχύτητα μεταγωγής δεδομένων (πιο απλά, “bandwidth”, όπως συνηθίζεται να αναφέρεται). Το e-Learning, στην πιο απλή μορφή του συνίσταται από μία συλλογή κειμένων, συνήθως σε html μορφή, στα οποία μπορεί να ανατρέξει ο χρήστης. Η μορφή αυτή δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις από πλευράς επεξεργαστικής ισχύος και bandwidth και χρησιμοποιείται πλέον μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Οι αμέσως πιο εξελιγμένες μορφές ακολουθούν το ίδιο μοτίβο, διαφοροποιούνται όμως ως προς τη μορφή του διδακτικού υλικού, το οποίο μπορεί να έχει τη μορφή streaming ή compressed video και audio, multimedia παρουσιάσεων, java applets ή και shockwave flash plugins κ.λπ. (Bates, P. J., 2002).

Η τάση που επικρατεί σήμερα σε επαγγελματικό επίπεδο, τόσο από πλευράς παροχής υπηρεσιών όσο και από πλευράς ανάπτυξης τεχνολογιών, συγκλίνει προς τη χρήση ειδικών client – server προγραμμάτων, τα οποία είναι σε θέση να διαχειρίζονται μία πληθώρα τύπων αρχείων σε ένα κατανομημένο περιβάλλον εργασίας. Τα προγράμματα αυτά αποτελούν ουσιαστικά «εικονικές» τάξεις.

Ενσωματώνουν σε όλες σχεδόν τις περιπτώσεις τη δυνατότητα video και audio διασκέψεων, chatrooms, τις δυνατότητες να μοιράζονται όλοι οι χρήστες μία εφαρμογή, δυναμικής παρέμβασης στη ροή μίας παρουσίασης, πίνακες ανακοινώσεων και on-line fora και τη δυνατότητα δημιουργίας αναφορών. Επιπλέον παρέχουν τη δυνατότητα άμεσης και ταυτόχρονης σε όλους τους συμμετέχοντες ενημέρωσης του διαθέσιμου διδακτικού υλικού, αλλαγής του προσώπου που εισηγείται του μαθήματος (floor control), ενώ συνήθως περιλαμβάνουν και όλα τα απαραίτητα εργαλεία για τη συγγραφή, συγκέντρωση και οργάνωση του εκπαιδευτικού υλικού. Τα προγράμματα αυτά αποτελούν ολοκληρωμένες λύσεις και προσφέρονται συνήθως για εταιρική χρήση. Τέτοιες λύσεις είναι τα LearnLine (<http://www.ilinc.com/>), LearningSpace (<http://www.lotus.com>), DataBeam (<http://www.databeam.com/>), Centra (<http://www.centra.com/>) και BRIGHTLight (<http://www.atlantis.com/~avalon>).

Αν και τα προγράμματα αυτά στοχεύουν, όπως αναφέραμε, κυρίως στην αγορά των μεγάλων εταιρειών, όπου οι εκπαιδευτικές απαιτήσεις είναι συνήθως αυξημένες, αποτελούν μία τάση που,

κατά πάσα πιθανότητα, λόγω των δυνατοτήτων και της λειτουργικότητας που προσφέρει, θα επεκταθεί σε χώρους όπου οι απαιτήσεις είναι μικρότερες (Abernathy, D. 2001).

m-Learning

«Το σημείο στο οποίο το e-learning και το mobile computing συναντώνται, αλληλεπιδρούν και παράγουν μαθησιακή εμπειρία ανεξαρτήτως χώρου και χρόνου» (Paul Harris, 2001, <http://www.learningcircuits.org/2001/jul2001/harris.html>)

Θα μπορούσαμε να περιορίσουμε την έννοια του m-Learning στα εξής κύρια σημεία (Nyirigi, K., 2002):

- Είναι ένας «τρόπος-μέσο» που δίνει σ' αυτούς που το χρησιμοποιούν (π.χ. μαθητές, πελάτες εταιρειών κ.λπ), ιδιαίτερη αξία στις εφαρμογές και ανοίγει νέες και δημιουργικές ευκαιρίες για ανάπτυξη τους στο χώρο εργασίας τους.
- Με τη χρήση του, ένα Πανεπιστήμιο ή μια εταιρεία μπορεί να προσφέρει στους φοιτητές του ή στους υπαλλήλους της αντίστοιχα, την ευκαιρία να σπουδάζουν - επιμορφώνονται χωρίς περιορισμούς χώρου και χρόνου.
- Τα πλεονεκτήματα του από το e-learning περιλαμβάνουν βεβαίως τη χρήση της τελευταίας τεχνολογίας που επιτρέπει στους χρήστες να «τρέχουν» ασύρματες εφαρμογές και τη δυνατότητα για τις «φορητές εφαρμογές» (mobile applications) να λειτουργήσουν είτε σαν ανεξάρτητα προϊόντα, είτε συμπληρωματικά σε πιο παραδοσιακές εφαρμογές e-learning. Έτσι π.χ. οι φοιτητές του πολυτεχνείου της Σιγκαπούρης (<http://www.myphone.gr/forum/showthread.php?threadid=10310>) θα μπορούν σε δύο περίπου χρόνια να εκμεταλλεύονται στο έπακρο τα πλεονεκτήματα της κινητής τηλεφωνίας τρίτης γενιάς για να... παρακολουθούν και να συμμετέχουν στα μαθήματά τους. Σε πιλοτικό πρόγραμμα που ξεκίνησε το Φεβρουάριο του 2004 και συμμετέχουν 10 δευτεροετείς φοιτητές του πολυτεχνείου της Σιγκαπούρης, τους δίνεται η δυνατότητα, όπως τουλάχιστον υποστηρίζουν οι εκπρόσωποι του πολυτεχνείου, να διεξάγουν ακόμη και πειράματα, χιλιόμετρα μακριά από τις διδακτικές αίθουσες! Έτσι, σε όλα τα εργαστήρια θα τοποθετηθούν web-κάμερες, οι οποίοι θα αναμεταδίδουν τα δρώμενα από το Intranet του πολυτεχνείου ή ακόμη και από το 3G κινητό του τηλέφωνο. Παράλληλα, θα μπορούν να επέμβουν στην εξέλιξη των πειραμάτων, ελέγχοντας κάποιες ηλεκτρονικές συσκευές. Ο Mr. Chung, καθηγητής του τμήματος ηλεκτρονικής μηχανικής του πολυτεχνείου, θεωρεί ότι με αυτόν τον τρόπο το e-learning προχωράει ένα ακόμη βήμα, παρέχοντας στους Online σπουδαστές την «ευκολία» του να βρίσκονται οπουδήποτε επιθυμούν, χωρίς ωστόσο να «απέχουν» από τις αίθουσες.

Τεχνολογίες του m-Learning

Οι βασικότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στην περιοχή του m-Learning είναι: Middleware και Mobile Agents (Keegan, D., 2003).

Ας δούμε πολύ σύντομα αυτές τις δύο τεχνολογίες:

- **Middleware:** Ένα επίπεδο επικοινωνίας (ενδιάμεσο λογισμικό, ενδιάμεσο περιβάλλον επεξεργασίας) το οποίο επιτρέπει στις εφαρμογές να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους δια μέσω του εξοπλισμού και του περιβάλλοντος δικτύου. Με άλλα λόγια η ανάγκη για διασυνδεσιμότητα δικτύων μέσω Internet και για την ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιβάλλει τη χρήση ενός ενδιάμεσου επιπέδου (middleware tier) που θα επιτρέπει την προσπέλαση σε πηγές δεδομένων από κάθε τύπο συσκευών (Web-based, XHTML, XML, Wap) και μέσω οποιαδήποτε δικτύου (Internet, GSM, GPRS), με κύρια χαρακτηριστικά την ανεξαρτητοποίηση από πλατφόρμες και την καθολική κάλυψη στα κυρίαρχα δίκτυα. Ορισμένες από τις υπηρεσίες που προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι: ταυτοποίηση του χρήστη (identification), πιστοποίηση

γνησιότητας (authentication), δικαιώματα πρόσβασης (authorization), ασφάλεια (security) κ.λπ.

- **Mobile Agents:** Είναι ένα αυτόνομο ευφυές πρόγραμμα (λογισμικό) που μπορεί να μεταναστεύει από μηχανή σε μηχανή στα ετερογενή δίκτυα και που είναι ικανό να ψάχνει, να αλληλεπιδρά και να εκτελεί ένα σύνολο ενεργειών σύμφωνα με τις ανάγκες και τις επιθυμίες του χρήστη ή ενός άλλου προγράμματος. Βασικά χαρακτηριστικά των πρακτόρων είναι: η αυτονομία (autonomy): ενεργούν χωρίς την επέμβαση του χρήστη, η κοινωνικότητα (sociability): επικοινωνούν με τους ανθρώπους και άλλους πράκτορες, η αντίδραση (reaction): αντιδρούν στις αλλαγές που συμβαίνουν στο περιβάλλον που λειτουργούν. η πρωτοβουλία (initiative): αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες για να επιτύχουν τους στόχους τους, η δυνατότητα μεταφοράς (transfer potential): μετακινούνται στο δίκτυο μεταφέροντας δεδομένα και εκτελώντας εντολές, η προσαρμοστικότητα (adaptivity): προσαρμόζονται δυναμικά στις μεταβολές του περιβάλλοντος και του χρήστη.

Συσχετισμοί

Όπως αποδεικνύεται από πολλά ερευνητικά πεδία (π.χ. στο Πανεπιστήμιο Tsinghua της Κίνας <http://www.tsinghua.edu.cn/eng/> με τα projects Smart Classroom <http://media.cs.tsinghua.edu.cn/~pervasive/projects/classroom/index.html>, SameView <http://media.cs.tsinghua.edu.cn/~pervasive/projects/sameview/index.html> κ.λπ.), η εκπαιδευτική τεχνολογία και ιδιαίτερα το e-Learning αποτελεί το λίκνο, το δοκιμαστικό χώρο εφαρμογών του pervasive computing, με την προώθηση της εκπαίδευσης μέσω Διαδικτύου (web based learning) και της κατανεμημένης μάθησης, αφού καλοσχεδιασμένες και φιλικές προς το χρήστη εφαρμογές e-learning θα μπορούσαν να καλύψουν σχεδόν όλα τα τεχνικά ζητήματα, με σεβασμό προς το pervasive computing. Επιπλέον, καθώς αυξάνεται η αναγνώριση της σημασίας της εκπαίδευσης, η εφαρμογή του pervasive computing στον τομέα του e-learning θα έχει ως αποτέλεσμα μια ευρεία γκάμα απαιτήσεων (ζήτησης) στην αγορά. Γι' αυτόν τον λόγο τα σχέδια και οι εφαρμογές σε σχέση με το pervasive computing επηρεάζονται (και κατευθύνονται) προς το πεδίο του e-learning.

Όσον αφορά δε το m-Learning, αυτό είναι απλά ένα στοιχείο του pervasive computing, όπως φαίνεται άλλωστε και από τα παραπάνω (συγγενείς τεχνολογίες κ.λπ.). Τα δύο πεδία δεν χωρίζονται ούτε είναι διακριτά, αφού το mobile computing είναι ένα τμήμα του pervasive computing. Έτσι λοιπόν το m-Learning, μια περιοχή με πολύ ενδιαφέρον, θα πρέπει να μελετηθεί μέσα στο πλαίσιο αυτό (Keegan, D., 2003).

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στα παραπάνω έγινε μια προσπάθεια να αναλυθεί ο όρος Pervasive ή Ubiquitous Computing και μέσα από την απλή παρουσίαση των τεχνολογιών e-Learning και m-Learning να φανερί η σχέση τους. Θα μπορούσε αυτό να ήταν ακόμα πιο προφανές αν παρουσιάζονταν αναλυτικά οι τελευταίες εξελίξεις του Pervasive Computing, καθώς και πρακτικές εφαρμογές προς το πεδίο αυτό γνωστών εταιρειών όπως AT&T, Xerox, Microsoft, IBM ή ιδρυμάτων όπως το MIT, αλλά δεν επέτρεπε το μέγεθος της συγκεκριμένης εργασίας. Πάντως θα πρέπει να τονισθεί ότι οι εξελίξεις αυτές αποτελούν προϊόν μίας φυσικής διαδικασίας, αφού οι άνθρωποι εκ φύσεως απαιτούν μία τεχνολογία που θα τους επιτρέπει να παραμένουν συνεχώς σε επικοινωνία μεταξύ τους και ταυτόχρονα θα τους επιτρέπει να εκμεταλλεύονται πλήρως το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται. Δεν θέλουν να ασχολούνται με κάθε μικρολεπτομέρεια, αλλά αντίθετα η βοήθεια αυτή θα πρέπει να παρέχεται αδιαφανώς, χωρίς οι ίδιοι να αντιλαμβάνονται την παρουσία του προσωπικού ψηφιακού βοηθού (agent) τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία δεν θα είχε αυτή τη μορφή χωρίς τη βοήθεια της συναδέλφου και φίλης Μαρίας Πασπαράκη, ΠΕ5 (Γαλλικής) – Επιμορφώτριας ΤΠΕ, την οποία και ευχαριστώ θερμά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abernathy, D. (2001), Get ready for m-learning, *Learning Circuits* [On line], 2001(2), @Work Section, American Association for training and Development, Alexandria, Virginia, USA. Available: <http://www.learningcircuits.org/2001/feb2001/@work.html>
- Ark, S. (1999), A look at human interaction with pervasive computers, *IBM Systems journal*, Volume 38, Number 4. Available: <http://www.research.ibm.com/journal/sj/384/ark.html>
- Bates, P. J. (2002), *Making e-learning mobile – A brief overview of developments in m-learning*, Paper delivered at the 2002 Online Educa Conference, November 2002, Berlin, Germany.
- Blake, V. P. (1996), The Virtual library impacts the school library media center: a bibliographic essay, In Kuhlthau, C.C. Goodin, M.E. and McNally, M.J. (eds.) *The Virtual School Library: Gateway to the Information Superhighway*, 3-18, Englewood, California: Libraries Unlimited Inc.
- Dryer, D. C. (1999), At what cost pervasive? A social computing view of mobile computing systems, *IBM Systems journal*, Volume 38, Number 4. Available: <http://www.research.ibm.com/journal/sj/384/dryer.html>
- Flake, J.L. (1996), The world wide web and education, *Computers in the schools*, 12(1/2), 89-100.
- Hoffnagle, G. F. (1999), Pervasive Computing, *IBM Systems journal*, Volume 38, Number 4. Available: <http://www.research.ibm.com/journal/sj/384/preface.html>
- Keegan, D. (2003), *The future of learning: From eLearning to mLearning*, Hagen: Fernstudienforchung, Germany. E-published version. Available: http://www.fernuni-hagen.de/ZIFF/ZP_119.pdf
- Kossen, J. S. (2001), *When e-learning becomes m-learning, E-learning* [On line], 2001(6), Mobile e-learning Section, PalmPower Enterprise Edition. Available: <http://www.palmpowerenterprise.com/issues/issue200106/elearning001.html>
- Lass, H. (1996), Global education and the Internet: the world at our fingertips, *ORBIT*, 27(2), 50-51.
- McManus, T. F. (1996), Delivering instruction on the world wide web: hypermedia design model. Available: (<http://www.svsu.edu/~mcmanus/papers/wbi.html#cognitive>) [October, 1999].
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (1996), *Distance education: a systems view*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Nyiri, K. (2002), *Towards a philosophy of m-learning*, IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education, August 29-30, 2002, Växjö University, Sweden.
- Weiser M., Gold R., and Brown J. S. (1999), The origins of ubiquitous computing research at PARC in the late 1980s, *IBM Systems journal*, Volume 38, Number 4. Available: <http://www.research.ibm.com/journal/sj/384/weiser.html>

