

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2011)

2ο Πανελλήνιο Συνέδριο: «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Σφαίρες Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων

Α. Καμέας

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καμέας Α. (2023). Σφαίρες Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 0003–0008. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4753>

Σφαίρες Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων

A. Καμέας

Εργαστήριο Εκπαιδευτικού Υλικού & Εκπαιδευτικής Μεθοδολογίας, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, kameas@eap.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το όραμα της Περιρρέουσας Νοημοσύνης και οι τεχνολογίες που οδηγούν στην υλοποίησή του και εισάγονται οι μεταφορές της Περιρρέουσας Οικολογίας και της Σφαίρας Δραστηριότητας. Ένα φανταστικό σενάριο εφαρμογής μας δίνει τη δυνατότητα να διερευνήσουμε τη συνδυαστική χρήση σύγχρονων ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, και να επικεντρωθούμε ιδιαίτερα στο ρόλο που μπορεί να παίξει η διαχείριση της γνώσης που καταγράφουν τα Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού.

Λέξεις κλειδιά: *περιρρέουσα νοημοσύνη, σφαίρα δραστηριότητας, έξυπνοι διαμεσολαβητές*

1. Εισαγωγή

Το όραμα της Περιρρέουσας Νοημοσύνης (ΠΝ) αναφέρεται σε ένα περιβάλλον όπου συνυπάρχουν ως υποδομή διάφορες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και εξειδικευμένες διεπαφές, μέσα από τις οποίες οι άνθρωποι χρησιμοποιούν εφαρμογές και υπηρεσίες χωρίς να αντιλαμβάνονται ότι αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία. Έτσι, αντίθετα με ό τι συμβαίνει σήμερα, οι άνθρωποι εξακολουθούν να διεξάγουν τις καθημερινές τους δραστηριότητες με φυσικό τρόπο, χωρίς η τεχνολογική υποδομή να γίνεται αισθητή.

Ο δρόμος προς την επίτευξη του οράματος της ΠΝ απαιτεί τη σύνθεση καινοτόμων ερευνητικών αποτελεσμάτων και την εξέλιξη μιας σειράς τεχνολογιών (ISTAG, 2001), όπως "διακριτικό", σχεδόν άορατο υλικό, μια "αφανή" ασύρματη υποδομή που διασφαλίζει τη συνέχεια των επικοινωνιών, δυναμικά και ισχυρά καταναμημένα δίκτυα υπολογιστών, φυσικές (δηλαδή, κοντά στον ανθρώπινο τρόπο διάδρασης) διεπαφές χρήσης, αξιοπιστία και ασφάλεια. Όμως καθοριστικό ρόλο και μέσο για την αποδοχή του οράματος της ΠΝ αποτελούν τα αντικείμενα καθημερινής χρήσης που ενσωματώνουν τις τεχνολογίες αυτές (τα λεγόμενα τεχνουργήματα). Τα αντικείμενα αυτά ενσωματώνουν αισθητήρες, μικροσκοπικές πλακέτες με επεξεργαστή και μνήμη και κάρτες ασύρματων δικτύων, λειτουργούν αυτόνομα και είναι βελτιστοποιημένα ως προς το περιορισμένο σύνολο δραστηριοτήτων που μπορούν να υποστηρίξουν. Τα τεχνουργήματα αποκτούν μια δυική υπόσταση: είναι φυσικά αντικείμενα και ταυτόχρονα έχουν ψηφιακή υπόσταση και επιτρέπουν στους ανθρώπους να πραγματοποιούν νέες δραστηριότητες, ή παλιές δραστηριότητες με νέους, πιο αποτελεσματικούς ή πιο ευχάριστους τρόπους.

Έτσι, η υπολογιστική ισχύς "απελευθερώνεται" από τον υπολογιστή και "διαχέεται" σε οικεία αντικείμενα και περιβάλλοντα της καθημερινής μας ζωής (Weiser, 1993).

Ο υπολογιστής "εξαφανίζεται" μέσα στον ιστό της ζωής και ο άνθρωπος τελικά γίνεται χρήστης ενός συστήματος διάχυτου υπολογισμού (ΣΔΥ). Η δυνατότητα συνεργασίας αποτελεί μια καθοριστική νέα ιδιότητα των τεχνουργημάτων σε σχέση με τα αντικείμενα, η οποία διευκολύνει τη σχεδίαση συστημάτων διάχυτου υπολογισμού και την ανάδυση νέων, μη προβλέψιμων συλλογικών συμπεριφορών (Kameas, 2005).

2. Ένα σενάριο

Το σενάριο που ακολουθεί αποτελεί εξέλιξη αυτού που πρωτοεμφανίστηκε στο (Καμέας και Καραγιαννίδης, 2009).

Ας ακολουθήσουμε τον Αλέξη, ένα μαθητή της Α' Λυκείου, σε μια "τυπική" ημέρα στο σχολείο. Ο Αλέξης, όπως όλοι οι φίλοι του, διαθέτει τον προσωπικό ψηφιακό βοηθό του (το Ντικ), ο οποίος παρακολουθεί συνεχώς τον Αλέξη, κι έτσι τον μαθαίνει όλο και καλύτερα - τις δεξιότητές του, τις δυσκολίες του, τις προτιμήσεις του, κλπ. Ο Ντικ είναι συνεχώς συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, και μπορεί να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες της Περιφέρειας Νοτιοανατολικής για να βοηθά τον Αλέξη στις καθημερινές του δραστηριότητες.

Καθώς προετοιμάζεται να ξεκινήσει για το σχολείο του, ο Ντικ έχει ήδη διαπεράσει το πρόγραμμα της ημέρας και έχει επιλέξει τα βιβλία και το λοιπό υλικό που θα χρειαστεί να έχει μαζί του. Σήμερα ο Αλέξης έχει προγραμματίσει να συμμετάσχει σε μια "τάξη" Φυσικής. Ο Ντικ έχει καταγράψει ότι ο Αλέξης δεν έχει ακόμη απαντήσει στο προκαταρκτικό τεστ Φυσικής, όπως όφειλε. Τα ψηφιακά βιβλία έχουν μεταφορτωθεί στο ψηφιακό νέφος που χρησιμοποιεί ο Αλέξης όταν βρίσκεται εκτός σπιτιού, ώστε να έχει πρόσβαση σε αυτά από μακριά. Ταυτόχρονα, θα χρειαστεί να μεταφέρει και την κιθάρα του, καθώς μετά το τέλος του μαθήματος θα χρειαστεί να συμμετάσχει στην πρόβα για μια εκδήλωση του σχολείου. Ο Ντικ έχει ενημερώσει την κιθάρα και αυτή βοηθά τον Αλέξη να την εντοπίσει εκπέμποντας οπτικό σήμα. Τέλος, ενημερώνει τον Αλέξη για το τεστ Φυσικής και του προτείνει να το επεξεργαστεί ενώ θα προχωρά προς το σχολείο.

Ο Αλέξης φεύγει από το σπίτι του. Ο Ντικ βεβαιώνεται ότι έχει πάρει μαζί του όλα όσα χρειάζεται. Καθώς είναι ο τελευταίος που φεύγει, ο Ντικ επικοινωνεί με το έξυπνο σπίτι, κλείνει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τον Αλέξη και προγραμματίζει την ενεργοποίηση κάποιων από αυτές όταν ο Αλέξης επιστρέψει. Ο Ντικ έχει ήδη επικοινωνήσει με τους αντίστοιχους βοηθούς των συμμαθητών του Αλέξη, και διαπίστωσε ότι ο Κώστας και η Ελεάννα "ταιριάζουν", δηλαδή έχουν παρόμοια ενδιαφέροντα. Έτσι, οι τρεις τους θα συγκροτήσουν μια κοινή εργαστηριακή ομάδα. Καθώς προχωρά προς το Λύκειο, ο Αλέξης ζητά από τον Ντικ να του συνοψίσει τα βασικά σημεία της θεωρίας, ώστε να απαντήσει στο τεστ Φυσικής. Στη συνέχεια απαντά στις ερωτήσεις του τεστ και ζητά από τον Ντικ να το αποστείλει στο σύστημα διαχείρισης μαθημάτων του σχολείου.

Το εργαστήριο Φυσικής θα πραγματοποιηθεί σήμερα στην αίθουσα Ο12 του γειτονικού Πανεπιστημίου. Ο Αλέξης δεν έχει ξαναπάει εκεί, αν και μερικές φορές συχνάζει στο κυλικείο του Πανεπιστημίου. Καθώς ο Αλέξης ετοιμάζεται να βγει από το χώρο του Λυκείου, ζητά από τον Ντικ να τον ενημερώσει για τις εργαστηριακές ασκήσεις που περιλαμβάνει το σημερινό πρόγραμμα. Ο Ντικ του υπενθυμίζει ότι πρόκειται να υλοποιήσουν ένα πείραμα που ο κάθε μαθητής έχει προετοιμάσει ατομικά στο σπίτι του, και του προτείνει μια σύντομη επανάληψη. Ο Αλέξης λέει στον Ντικ να τον φέρει άμεσα σε επικοινωνία με τους άλλους δύο της ομάδας. Καθώς αρχίζει η συζήτηση, ο Αλέξης ζητά από τον Ντικ να προβάλλει σε όλους ένα παλαιότερο πείραμα που μοιάζει με το σημερινό. Τα τρία παιδιά βλέπουν το πείραμα και, με βάση τα ενδιαφέροντά τους, μοιράζουν μεταξύ τους τις αρμοδιότητες που θα αναλάβουν στο σημερινό εργαστήριο.

Τα τρία παιδιά συναντιούνται στην είσοδο της Ο12 και προχωρούν προς τον πάγκο με αριθμό 4. Μόλις κάθονται γύρω του, τρεις επίπεδες ενσωματωμένες οθόνες ενεργοποιούνται και τους καλωσορίζουν. Οι έξυπνοι βοηθοί των παιδιών έχουν ήδη φροντίσει να ενημερώσουν την αίθουσα για τα μαθησιακά προφίλ των μαθητών, ενώ το σύστημα αναγνωρίζει το πρόσωπο κάθε μαθητή και καταγράφει την παρουσία του.

Ο καθηγητής μπαίνει στην αίθουσα και πηγαίνει στην έξυπνη έδρα, η οποία τον ενημερώνει ότι όλοι οι μαθητές του (εκτός από δύο) είναι παρόντες, και επομένως το μάθημα μπορεί να ξεκινήσει. Η έδρα του καθηγητή επικοινωνεί με τους πάγκους των μαθητών μέσα από ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο. Ο καθηγητής έχει ετοιμάσει μια παρουσίαση της θεωρίας του μαθήματος, και ζητά από την αίθουσα να αρχίσει την προβολή της. Καθώς ξεκινά να μιλά, τα φώτα στην αίθουσα ρυθμίζονται ανάλογα (χαμηλώνουν ελαφρώς τα φώτα προς τους μαθητές και φωτίζεται λίγο περισσότερο ο καθηγητής) και ξεκινά η αυτόματη προβολή του υλικού που έχει ετοιμάσει ο καθηγητής στον έξυπνο πίνακα. Οι έξυπνοι βοηθοί των μαθητών λαμβάνουν την παρουσίαση, την προβάλλουν στις οθόνες των πάγκων, και καταγράφουν τις σημειώσεις που κρατά ο κάθε μαθητής. Τα τρία παιδιά συμφωνούν να επιτρέψουν στους βοηθούς τους να ανταλλάσσουν σημειώσεις.

Εκείνη τη στιγμή στην οθόνη κάθε μαθητή εμφανίζεται η αίτηση της Τριανταφυλλιάς να συμμετάσχει στο εργαστήριο. Η Τριανταφυλλιά είναι η μια από τις δύο μαθήτριες που απουσιάζουν και έχει πάρει άδεια από τον καθηγητή να συμμετάσχει από το σπίτι της. Τα τρία παιδιά (και ιδιαίτερα ο Κώστας) της προτείνουν να ενταχθεί στην ομάδα τους. Αυτή συμφωνεί και οι προσωπικοί βοηθοί των τριών παιδιών αναλαμβάνουν να ενημερώσουν τον προσωπικό βοηθό της Τριανταφυλλιάς για το σημερινό εργαστήριο.

Στο μεταξύ, ο καθηγητής σταματά προσωρινά τη διάλεξη και ζητά από τους μαθητές να αρχίσουν τη διεξαγωγή του πειράματος. Καθώς συναντούν μια δύσκολη έννοια, ο Αλέξης δημοσιεύει στον χώρο συζητήσεων της τάξης μια αίτηση για βοήθεια. Δυστυχώς δεν υπάρχει ανταπόκριση από τους συμμαθητές του, οπότε ο καθηγητής πλησιάζει τον πάγκο τους. Έχοντας ήδη ενημερωθεί για την απορία, ο προσωπικός βοηθός του καθηγητή έχει συνθέσει μια σύντομη παρουσίαση που θα βοηθήσει τα

παιδιά να ξεπεράσουν το δύσκολο σημείο. Η προβολή αρχίζει σε μια οθόνη που βρίσκεται πίσω από την ομάδα, ενώ το περιβάλλον εργασίας του Αλέξη προσωρινά μεταφέρεται στην οθόνη του πάγκου.

Στο τέλος του μαθήματος, οι ψηφιακοί βοηθοί προγραμματίζουν τις εργασίες των μαθητών για το σπίτι, καθώς και την επόμενη συνάντηση - πιθανώς με τη συμμετοχή και μερικών άλλων συμμαθητών, των οποίων τα ενδιαφέροντα (απ' ό,τι λένε οι ψηφιακοί τους βοηθοί) ταιριάζουν με αυτά του Αλέξη, του Κώστα και της Ελεάννας.

3. Σφαίρες δραστηριότητας

Χρησιμοποιούμε τον όρο «Περιρρέουσα Οικολογία» (ΠΟ) για να περιγράψουμε ένα χώρο, ο οποίος περιέχει «έξυπνα» αντικείμενα και συσκευές, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με τους χρήστες και με το περιβάλλον, με στόχο να υποστηρίζουν τις δραστηριότητες των ανθρώπων (Goumopoulos and Kameas, 2008). Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι πόροι μιας ΠΟ διατίθενται για την υλοποίηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Χρησιμοποιούμε τον όρο «Σφαίρα Δραστηριότητας» (ΣΔ) για να αναφερθούμε στο σύνολο των πόρων μιας ΠΟ που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας, μαζί με όποια δεδομένα ή γνώση σχετίζονται με τη δραστηριότητα αυτή, αλλά και τις υπολογιστικές πλατφόρμες που είναι απαραίτητες για την υλοποίησή της (Seremeti et al, 2009). Μια ΣΔ συνήθως οδηγεί στην επίτευξη ενός στόχου του χρήστη – ιδιοκτήτη της, ο οποίος μπορεί να αναλύεται σε υπο-στόχους, ενέργειες κλπ. Η περιγραφή των στόχων και ενεργειών γίνεται με τρόπο ανεξάρτητο από οποιαδήποτε ΠΟ. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτευχθεί προσαρμογή της υλοποίησης μιας ΣΔ σε διαφορετικές ΠΟ, συνεπώς οι ΣΔ είναι μεταφέρσιμες.

Στο σενάριο που παρατέθηκε, μπορούμε να εντοπίσουμε πολλές ΣΔ: προετοιμασία για το σχολείο, επανάληψη μαθήματος, επικοινωνία με συμμαθητές, εντοπισμός αίθουσας, προσαρμογή συνθηκών, διεξαγωγή μαθήματος, συμμετοχή από απόσταση κλπ. Είναι δυνατό να υλοποιηθούν; Οι τεχνολογικές εξελίξεις μας επιτρέπουν να είμαστε αισιόδοξοι.

Καταρχάς, εντοπίζουμε τον καθοριστικό ρόλο που έχουν οι προσωπικοί βοηθοί των μαθητών. Σημαντικές ερευνητικές προσπάθειες στο χώρο των έξυπνων διαμεσολαβητών έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη συστημάτων τα οποία παρατηρούν τις ενέργειες του χρήστη και διαθέτουν μοντέλα και πλαίσια για την ερμηνεία αυτών. Σημαντικές ερευνητικές δραστηριότητες στο χώρο της σημασιολογικής αναπαράστασης επιτρέπουν την κατασκευή μοντέλων των εννοιών και των συσχετίσεών τους, ενώ είναι δυνατή η πρόσβαση σε μεγάλα αποθετήρια γνώσης. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατή η αναπαράσταση γνώσης και ο συνδυασμός γνώσεων που προέρχονται από ετερογενείς πηγές. Επιπλέον, αρχίζει να διαδίδεται η χρήση έξυπνων διαμεσολαβητών ως προσωπικών καθηγητών. Τέλος, οι προσωπικοί βοηθοί αναπτύσσουν ικανότητες μάθησης, προσαρμογής και αναγνώρισης συναισθημάτων.

Δεύτερη σημαντική διάσταση αποτελεί η ύπαρξη της ΠΟ. Ο Αλέξης και οι συμμαθητές του κινούνται σε χώρους οι οποίοι περιλαμβάνουν τεχνουργήματα και όπου είναι συνεχής η σύνδεση στο Διαδίκτυο και η πρόσβαση σε αποθετήρια ψηφιακού υλικού και σε εφαρμογές. Η εφαρμογή τεχνολογιών νέφους πρόκειται να καταστήσει δυνατή την υλοποίηση τέτοιου είδους υπηρεσιών. Ταυτόχρονα, η χρήση σημασιολογικά πλούσιων αναπαραστάσεων του ψηφιακού υλικού και των μαθησιακών στόχων, επιτρέπει την χρήση τους από εφαρμογές ΠΝ, ανάμεσα στις οποίες και οι έξυπνοι διαμεσολαβητές.

Η ΠΟ αποτελεί και την πηγή πληροφοριών πλαισίου, οι οποίες είναι απαραίτητες για την υλοποίηση προσαρμοζόμενων ΣΔ (Hwang and Yang, 2008). Στο προαναφερθέν σενάριο, το σύστημα εντοπίζει τη θέση των μαθητών και του καθηγητή και ρυθμίζει ανάλογα τις συνθήκες υλοποίησης της ΣΔ που περιγράφει τη διεξαγωγή του μαθήματος. Επίσης, ενώ ο Αλέξης ετοιμάζεται να ξεκινήσει από το σπίτι του, η κιθάρα του κάνει την παρουσία της αισθητή.

Η ΠΟ παρέχει πλήθος από υψηλά διαδραστικά τεχνουργήματα, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αλλά και με τους χρήστες. Οι βασικές τους υπηρεσίες περιλαμβάνουν την πρόσβαση σε υπηρεσίες και την επικοινωνία. Σημαντική διάσταση είναι η δυνατότητα μεταφοράς μιας υπηρεσίας από μια συσκευή σε άλλη (π.χ. από μια οθόνη σε άλλη), ώστε να μη διακόπτεται η υλοποίηση της ΣΔ.

Η επικοινωνία και η συνεργασία υλοποιούνται τόσο με τη βοήθεια συσκευών, όπως το κινητό τηλέφωνο, όσο και με εφαρμογές κοινωνικής δικτύωσης. Τέλος, σημαντική εξέλιξη αποτελούν τα συστήματα τηλε-παρουσίας, τα οποία, ξεπερνώντας τα φυσικά όρια, μεταφέρουν την αίσθηση της παρουσίας στην τάξη ενός απομακρυσμένου ατόμου, ενώ ταυτόχρονα διαμορφώνουν ανάλογα το περιβάλλον μέσα στο οποίο βρίσκεται το άτομο αυτό.

4. Ο ρόλος της γνώσης

Η υλοποίηση των ΣΔ βασίζεται στην διαθεσιμότητα σημαντικής «ποσότητας» γνώσης, η οποία κωδικοποιεί:

- Την κατάσταση, τις ιδιότητες, τις δυνατότητες και τη διαθεσιμότητα των πόρων της ΠΟ (σε αυτούς περιλαμβάνονται συσκευές και υπηρεσίες, αλλά και ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό, έξυπνοι διαμεσολαβητές κλπ)
- Την πληροφορία πλαισίου που είναι διαθέσιμη και η οποία μπορεί να προέρχεται από αισθητήρες, συσκευές, αλλά από καταγεγραμμένη εμπειρία της ΠΟ
- Τις πολιτικές που πρέπει να εφαρμοστούν (π.χ. για την επίλυση συγκρούσεων κατά τη χρήση πόρων, την προστασία της ιδιωτικότητας, την αλληλεπίδραση, τις εκπαιδευτικές στρατηγικές κλπ)

- Το προφίλ του κάθε ατόμου που βρίσκεται στην ΠΟ και σχετίζεται με μια ΣΔ (σε αυτό περιλαμβάνονται και τα ιδιαίτερα μαθησιακά χαρακτηριστικά κάθε ατόμου)
- Την ιεραρχία στόχων – δραστηριοτήτων που υλοποιεί η ΣΔ, η οποία περιλαμβάνει και την ιεραρχία μαθησιακών στόχων, εάν η ΣΔ έχει εκπαιδευτικό χαρακτήρα

Γύρω από την τελευταία συγκεντρώνεται όλη η γνώση που είναι απαραίτητη για την υλοποίηση μιας ΣΔ. Με άλλα λόγια, η περιγραφή των στόχων μιας ΣΔ θα καθορίσει την επιλογή της γνώσης και των πόρων που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίησή της.

5. Συμπεράσματα

Η ΠΝ φαίνεται ότι μπορεί να οδηγήσει τελικά στην πραγματοποίηση της προσωποποιημένης, προσαρμοζόμενης μάθησης. Κρίσιμοι παράγοντες επιτυχίας είναι η φιλικότητα και η διαθέσιμη γνώση.

Βιβλιογραφία

ISTAG website: <http://www.cordis.lu/ist/istag.htm> retrieved 10/12/2010.

Goumopoulos, C. and Kameas, A. (2008). *Ambient Ecologies in Smart Homes*. The Computer Journal, 52(8), Oxford Univ. Press, pp. 922-937.

Hwang, G.J. and Yang, S.J. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Educational Technology and Society*, 11(2), pp 81-91.

Kameas, A. Mavrommati, I. and Markopoulos, P. (2005). *Computing in-tangible: using artefacts as components of Ambient Intelligence environments*. In *Ambient Intelligence* (G. Riva et al, eds), IOS Press, pp. 121-142.

Καμέας, Α. και Καραγιαννίδης, Χ. (2009). *Συνεργατικά Συστήματα Διάχυτου Υπολογισμού και Περιρρέουσας Νοημοσύνης*. Στο Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης, Β. Κόμης (Eds), *Εισαγωγή στη Συνεργασία Υποστηριζόμενη από Υπολογιστή – Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση, Κοινότητες Πρακτικής και Οικοδόμησης Γνώσης*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, σσ 339-360.

Seremeti, L., Goumopoulos, C. and Kameas, A. (2009). *Ontology-based modeling of dynamic ubiquitous computing applications as evolving activity spheres*. *Pervasive and Mobile Computing*, 5(5), Elsevier Science, pp 574-591.

Weiser, M. (1993). *Some computer science issues in ubiquitous computing*. *Communications of the ACM*, 36(7), pp 75–84.