

Η ανάλυση αλληλεπίδρασης σε σύγχρονα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα

Φ. Γιαννακάς¹, Κ. Παπανικολάου²

pgiannakas@sch.gr, krapanikolaou@aspete.gr

¹ Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

² ΑΣΠΑΙΤΕ

Περίληψη

Η διαδικασία της συλλογής, επιλογής, και επεξεργασίας στοιχείων αλληλεπίδρασης σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον είναι αρκετά πολύπλοκη μια και οι τεράστιες ακολουθίες πραγματικών επιλογών ενός χρήστη χρειάζεται να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να προβληθούν ως χρήσιμη και με νόημα πληροφορία για αυτούς στους οποίους κάθε φορά απευθύνεται. Σημαντική πρόκληση αποτελεί η ανάπτυξη ερμηνευτικών όψεων των αλληλεπιδράσεων και η αναπαράστασή τους με τρόπο που να επιτρέπει στους χρήστες να παρατηρήσουν, αξιολογήσουν και ανάλογα να ρυθμίσουν την μαθησιακή τους πορεία. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η επισκόπηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που ενσωματώνουν την Ανάλυση Αλληλεπίδρασης (Interaction Analysis - IA) ως μία διαδικασία αναγνώρισης και αξιοποίησης της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στη διάρκεια εργασίας σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον. Τα περιβάλλοντα παρουσιάζονται και συγκρίνονται ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ένας προβληματισμός για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς που η Ανάλυση Αλληλεπίδρασης μπορεί να υποστηρίξει.

Λέξεις κλειδιά: ανάλυση αλληλεπίδρασης, συνεργατικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, προσαρμοστικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, δείκτες αλληλεπίδρασης, οπτικοποίηση, εξατομίκευση

Εισαγωγή

Η καταγραφή και ανάλυση της μαθησιακής εμπειρίας ενός εκπαιδευόμενου κατά την αλληλεπίδρασή του με ένα ψηφιακό εκπαιδευτικό περιβάλλον αποτελεί σημαντικό πεδίο έρευνας στο χώρο της μάθησης που υποστηρίζεται από τεχνολογία (Technology-Enhanced Learning). Διάφορες κατηγορίες εκπαιδευτικών περιβαλλόντων όπως τα προσαρμοστικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Παπανικολάου & Γρηγοριάδου, 2005; Ραπανικολάου & Γρηγοριάδου, 2008), τα συνεργατικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Αβούρης, Καραγιαννίδης, Κόμης, 2009; Dimitracopoulou, et al., 2004), τα συστήματα διαχείρισης μαθημάτων (Mazza & Dimitrova, 2007), τα ευφυή συστήματα διδασκαλίας (McLaren et al., 2004), συχνά διατηρούν στοιχεία της αλληλεπίδρασης εκπαιδευόμενου και συστήματος (Romero & Ventura, 2007). Τα συγκεκριμένα στοιχεία αξιοποιούνται με πολλαπλούς τρόπους και στόχους, προκειμένου το εκπαιδευτικό περιβάλλον να συμβουλευθεί/κατευθύνει τους εκπαιδευόμενους, να προσαρμόσει τη συμπεριφορά του στην τρέχουσα κάθε φορά κατάσταση ή και ως τεκμήρια αξιολόγησης της 'παρουσίας' του εκπαιδευόμενου στην εικονική τάξη και των επιδόσεών του. Μία σύγχρονη τάση στο χώρο της Ανάλυσης Αλληλεπίδρασης και της Ανοιχτής Μοντελοποίησης Εκπαιδευόμενου είναι η επεξεργασία στοιχείων αλληλεπίδρασης με στόχο την προβολή τους προς στον ίδιο τον εκπαιδευόμενο ή/και τον εκπαιδευτικό προκειμένου να ενισχύσουν γνωστικές ή μεταγνωστικές διεργασίες όπως η αυτοπαρακολούθηση, η αυτοαξιολόγηση, η αυτορύθμιση (Bull & Kay, 2008;

Dimitracopoulou et al., 2004; Ρούσου & Παπανικολάου, 2009; Παπανικολάου & Τζελέπη, 2010).

Τα πραγματικά δεδομένα που προκύπτουν από την καταγραφή των ενεργειών του κάθε χρήστη, ανάλογα με το είδος του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, τις δυνατότητες και τα εργαλεία που παρέχει, τη στοχοθεσία και το πλαίσιο της μαθησιακής δραστηριότητας, μπορεί να περιλαμβάνουν στοιχεία από (α) την πλοήγηση και τις επιλογές ενός χρήστη στο περιβάλλον όπως εργαλεία/εκπαιδευτικό υλικό που επέλεξε, διάρκεια χρήσης/μελέτης τους, σειρά επιλογής τους, παρεμβάσεις του στη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος, (β) την επικοινωνία/συνεργασία μεταξύ δύο ή περισσότερων εκπαιδευόμενων στο πλαίσιο μιας ομάδας, όπως επίσης την επικοινωνία μεταξύ εκπαιδευόμενων και καθηγητών.

Η διαδικασία της συλλογής, επιλογής, και επεξεργασίας στοιχείων αλληλεπίδρασης είναι αρκετά πολύπλοκη μια και οι τεράστιες ακολουθίες πραγματικών ενεργειών ενός χρήστη χρειάζεται να υποστούν κατάλληλη επεξεργασία προκειμένου να προβληθούν ως χρήσιμη και με νόημα πληροφορία σε αυτούς στους οποίους κάθε φορά απευθύνονται. Σημαντική πρόκληση αποτελεί η ανάπτυξη ερμηνευτικών όψεων των αλληλεπιδράσεων και η αναπαράστασή τους με τρόπο που να επιτρέπει στους ίδιους τους χρήστες να παρατηρήσουν, αξιολογήσουν και ανάλογα να ρυθμίσουν την μαθησιακή τους κατάσταση και πορεία.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι κάθε κατηγορία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων έχει τους δικούς της στόχους και περιορισμούς που οριοθετούν τη διαδικασία υλοποίησης και ενσωμάτωσης της Ανάλυσης Αλληλεπίδρασης ως προς την επιλογή στοιχείων αλληλεπίδρασης με νόημα, την επεξεργασία τους για την παραγωγή κατάλληλων δεικτών, την αναπαράστασή τους, καθώς και του τρόπου αξιοποίησής τους. Ιδιαίτερα, τα προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων στοχεύουν στην εξατομικευμένη συμβουλευτική υποστήριξη των εκπαιδευόμενων σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο κατά την επιλογή και μελέτη εκπαιδευτικού περιεχομένου. Αντίστοιχα τα Συστήματα Διαχείρισης Μαθημάτων/Μάθησης (ΣΔΜ) συχνά στοχεύουν στην καταγραφή στοιχείων αλληλεπίδρασης με στόχο την υποστήριξη της αξιολόγησης από τον εκπαιδευτικό και της αυτοαξιολόγησης. Τα συνεργατικά περιβάλλοντα στοχεύουν στην υποστήριξη και ενίσχυση της συμμετοχής στη συνεργασία καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας αυτής.

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η επισκόπηση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που ενσωματώνουν την Ανάλυση Αλληλεπίδρασης (Interaction Analysis - IA) ως μία διαδικασία αναγνώρισης και αξιοποίησης της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα με κέντρο τον εκπαιδευόμενο. Τα περιβάλλοντα παρουσιάζονται και συγκρίνονται ενώ παράλληλα αναπτύσσεται ένας προβληματισμός για τους εκπαιδευτικούς σκοπούς που η Ανάλυση Αλληλεπίδρασης μπορεί να υποστηρίξει.

Ο ρόλος των δεικτών στην ανάλυση αλληλεπίδρασης

Η διαδικασία ανάλυσης στοιχείων αλληλεπίδρασης περιλαμβάνει (Jermain et al., 2001) δύο φάσεις: (α) την παρακολούθηση και καταγραφή των κινήσεων του χρήστη στη διάρκεια αλληλεπίδρασής του με το σύστημα, (β) επιλογή ενός ή περισσότερων υψηλού επιπέδου μεταβλητών, που ονομάζονται δείκτες, και αναπαριστούν την τρέχουσα κατάσταση της αλληλεπίδρασης.

Κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης και ανάλογα με το είδος της δραστηριότητας (ατομική ή συνεργατική) συλλέγονται και τα ανάλογα δεδομένα (σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο). Ο τρόπος με τον οποίο διαφορετικές κατηγορίες εκπαιδευτικών περιβαλλόντων αξιοποιούν στοιχεία αλληλεπίδρασης βασίζεται στη στοχοθεσία της ίδιας της κατηγορίας

αλλά και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε περιβάλλοντος. Γενικότερα τα στοιχεία αλληλεπίδρασης αξιοποιούνται με τρεις στόχους (Jerman et al., 2001):

- την παροχή ενός 'καθρέφτη' της δραστηριότητας των εκπαιδευόμενων. Οι ενέργειες των χρηστών παρουσιάζονται μέσω μιας συγκεκριμένης διεπαφής σε εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους.
- την παρακολούθηση της κατάστασης της αλληλεπίδρασης και την επεξεργασία των ενεργειών των εκπαιδευόμενων για την παραγωγή κατάλληλων δεικτών που διαμορφώνουν ένα ερμηνευτικό πλαίσιο της συμπεριφοράς του εκπαιδευόμενου. Σε μερικές περιπτώσεις, ενσωματώνουν μια κατάταξη των τιμών των δεικτών (μέσω μηχανισμών βαθμολόγησης και βάση συγκεκριμένων κριτηρίων) που αντανakλά μία συγκεκριμένη κατάσταση της αλληλεπίδρασης (π.χ. αναπαράσταση των περιοχών «θετικών» και «αρνητικών» τιμών δηλαδή επιτρεπτών ή μη τιμών). Την πληροφορία αυτή την παρέχουν στους χρήστες (εκπαιδευτικούς, εκπαιδευόμενους) ή σε ερευνητές με στόχο τη μελέτη και κατανόηση της αλληλεπίδρασης.
- την παροχή συμβουλευτικής υποστήριξης. Σε κάποιες περιπτώσεις, τα συστήματα ερμηνεύουν το νόημα των τιμών των δεικτών, συγκρίνοντάς τις τιμές τους με άλλες κατάλληλες ή ακόμα και με ιδανικά μοντέλα (απαιτούμενη κατάσταση αλληλεπίδρασης) και γι' αυτό προχωρούν στην παραγωγή ειδικών μηνυμάτων συμβουλευτικής υποστήριξης των εκπαιδευόμενων.

Βασικό και κρίσιμο στοιχείο των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που καταγράφουν και αξιοποιούν στοιχεία αλληλεπίδρασης είναι η επιλογή δεικτών οι οποίοι υπολογίζονται με βάση τα δεδομένα της αλληλεπίδρασης.

Διάφοροι τύποι δεικτών έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία οι οποίοι περιγράφονται με βάση το σκοπό που εξυπηρετούν, τις τιμές που μπορεί να λαμβάνουν και τον τρόπο με τον οποίο έχουν προκύψει, την πληροφορία που αναπαριστούν (Dimitracopoulou et al., 2004). Οι δείκτες μπορεί να αντανakλούν την εξέλιξη του εκπαιδευόμενου ή των διαδικασιών στις οποίες συμμετέχει στο χρόνο (INSPIRE, CourseVis, Synergo, ModellingSpace) ή να περιγράφουν γενικές πτυχές του τελικού προϊόντος ή της όλης διαδικασίας.

Ο σκοπός ενός δείκτη περιγράφεται ως γνωστικός, κοινωνικός ή συναισθηματικός. Συγκεκριμένα, οι δείκτες συνήθως αντανakλούν πλευρές της αλληλεπίδρασης που σχετίζονται με (Dimitracopoulou et al., 2004): α) την *γνωστική διάσταση* που αφορά στις γνωστικές λειτουργίες που λαμβάνουν χώρα στη διάρκεια της αλληλεπίδρασης, β) την *κοινωνική διάσταση*, η οποία σχετίζεται με την διαδικασία της συνεργασίας ή απλά με την επικοινωνία ανάμεσα σε μια ομάδα ή σε μια κοινότητα συμμετεχόντων, και γ) την *συναισθηματική διάσταση* που αφορά στην συναισθηματική κατάσταση των συμμετεχόντων.

Οι *τιμές* που λαμβάνει ένας δείκτης μπορεί να είναι μία μοναδική τιμή, μια βαθμονομημένη τιμή ή μια επεξηγηματική τιμή, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί. Επιπλέον, οι δείκτες μπορεί να είναι *χαμηλού επιπέδου* δηλαδή να παρουσιάζουν τα δεδομένα της αλληλεπίδρασης χωρίς καμία επεξεργασία (COMTELLA, team.Space και ActiveMath) ή *υψηλού επιπέδου* δείκτες που παρουσιάζουν την πληροφορία μετά από κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων (INSPIRE, Dias, VisMode, VisNet, CourseVis) .

Οι δείκτες μπορεί να αναπαριστούν *πληροφορία* σχετικά με α) το στυλ, την διαδικασία ή την «ποιότητα» της υπό μελέτη δραστηριότητας, β) τα χαρακτηριστικά ή την ποιότητα του προϊόντος της αλληλεπίδρασης, και γ) το στυλ, την διαδικασία ή την ποιότητα της συνεργασίας. Για παράδειγμα, οι δείκτες αλληλεπίδρασης ανάλογα το είδος του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μπορεί να αφορούν την πρόσβαση σε εκπαιδευτικό περιεχόμενο (INSPIRE, GISMO, CourseVis), τη συμμετοχή σε δραστηριότητες (Synergo,

ModellingSpace, LOOM, team.Space, COMTELLA, i-Tree), στοιχεία επίδοσης (Dias, team.Space, CourseVis, INSPIRE), τη διαδικασία συνεργασίας (Synergo, ModellingSpace, CoolModes, FreeStyler).

Οπτικοποίηση δεικτών ΙΑ

Η εξωτερική στοιχείων αλληλεπίδρασης προς τους χρήστες συχνά απαιτεί την οπτικοποίηση των δεικτών με βάση το σκοπό που εξυπηρετούν και το κοινό στο οποίο απευθύνονται. Η οπτικοποίησή τους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προώθηση της ενημέρωσης - επίγνωσης, αξιολόγησης του εκπαιδευόμενου (ή της ομάδας) ή της δραστηριότητας στην οποία συμμετέχει. Λαμβάνοντας υπόψη τους υπάρχοντες δείκτες, μπορούμε να προβούμε σε μια κατηγοριοποίηση τεσσάρων μορφών:

- Αριθμητική/αλφαριθμητική μορφή: συνήθως υπολογίζονται από τα πρωτογενή δεδομένα αλληλεπίδρασης (αρχείο καταγραφών) και αποτελούν την πλειοψηφία των δεικτών που υπολογίζονται με αυτοματοποιημένο τρόπο. Τέτοιες αναπαραστάσεις παρουσιάζονται στα περιβάλλοντα CoolModes, ModellingSpace.
- Δομών (Structures) που αφορούν κυρίως στο προϊόν της αλληλεπίδρασης.
- Σχηματικές αναπαραστάσεις (Patterns) που παρουσιάζονται κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης π.χ. αναπαραστάσεις συμπεριφοράς κατά τη συνεργασία, αναπαραστάσεις διαίρεσης εργασιών σε μια συνεργατική δραστηριότητα μικρής ομάδας, αναπαραστάσεις επεξεργασίας κατά την επίλυση προβλήματος ή την επεξεργασία ενός ερωτήματος, αναπαραστάσεις επαναλαμβανόμενων επιλογών εκπαιδευτικού περιεχομένου.
- Έκθεση - παρουσίαση δραστηριότητας (exposure processes) που περιλαμβάνει διαδοχικές αναπαραστάσεις της συνολικής διαδικασίας της αλληλεπίδρασης ή σημαντικών στοιχείων της δραστηριότητας. Ένα παράδειγμα παρουσιάζεται από το σύστημα INSPIRE στο Σχήμα 1 όπου παρέχεται μια συνολική εικόνα των επιλογών του εκπαιδευόμενου κατά τη διάρκεια της μελέτης του με την μορφή γραφήματος. Άλλα παρόμοια περιβάλλοντα είναι το LOOM, team.Space, GISMO, Dias (Dimitracopoulou et al., 2002).



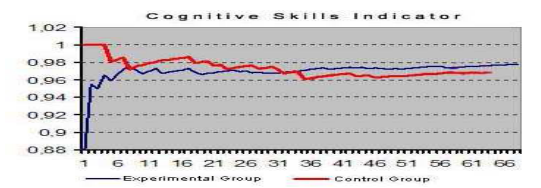
Σχήμα 1. Δείκτες δραστηριότητας στο περιβάλλον INSPIRE: σειρά επίσκεψης & χρόνος ενασχόλησης εκπαιδευόμενου με εκπαιδευτικό υλικό διαφόρων τύπων & επιπέδων

Τα περιβάλλοντα που ενσωματώνουν ανάλυση αλληλεπίδρασης, χρησιμοποιούν διάφορες μορφές οπτικοποίησης της πληροφορίας όπως (Γιαννακάς, 2009): (α) κοινωνιοδιαγράμματα ή κοινωνιογράμματα (Dias – βλέπε Σχήμα 2 όπου κάθε χρήστης αναπαριστάται με μία κόκκινη βούλα. Ένα βέλος ανάμεσα σε δύο χρήστες υποδεικνύει την ανάγνωση μηνυμάτων του δεύτερου από τον πρώτο), (β) γραφικές αναπαραστάσεις όπως πίτες (INSPIRE, CoolModes, FreeStyler), καρτεσιανά διαγράμματα (INSPIRE, Dias), ραβδογράμματα (Dias, Synergo, ModellingSpace, ActiveMath, GISMO), ιστογράμματα (GISMO), πολικά διαγράμματα (Dias), διαγράμματα γραμμής (ACT, βλέπε Σχήμα 3), (γ) δενδροδιαγράμματα

ή δέντρα αποφάσεων (Dias, ActiveMath), (δ) πολυεπίπεδες όψεις (ColAT), (ε) πίνακες (CoolModes, FreeStyler), (ζ) μεταφορές (VisMode, VisNet, i-tree).



Σχήμα 2. Κοινωνιόγραμμα Αναγνώσεων μηνυμάτων στο περιβάλλον Dias



Σχήμα 3. Οπτικοποίηση της γνωστικής ικανότητας των ομάδων βάσει κλίμακας σε σχέση με τον αριθμό των ατόμων των ομάδων στο περιβάλλον ACT

Όσον αφορά στον «προορισμό της πληροφόρησης» που παρέχουν οι δείκτες, υπάρχουν συστήματα που έχουν ως στόχο την πληροφόρηση των εκπαιδευόμενων όπως για παράδειγμα τα περιβάλλοντα COMTELLA, ActiveMath ή των εκπαιδευτικών - ερευνητών όπως για παράδειγμα τα περιβάλλοντα Synergo, ColAT, CoolModes, CourseVis, ή και των δύο, εκπαιδευόμενων και εκπαιδευτικών όπως τα περιβάλλοντα INSPIRE, VisMode, VisNet, Dias. Ωστόσο, κανένα περιβάλλον δεν αξιοποιεί με κάποιο τρόπο τα στοιχεία από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης με σκοπό την αυτοματοποιημένη προσαρμογή του περιβάλλοντος.

Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που ενσωματώνουν στοιχεία αλληλεπίδρασης

Στην ενότητα αυτή επιχειρείται μία συγκριτική παρουσίαση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που ενσωματώνουν στοιχεία αλληλεπίδρασης. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που συλλέγουν, αναπαριστούν και αξιοποιούν με διάφορους τρόπους στοιχεία αλληλεπίδρασης. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι λόγω της διαφορετικότητας των περιβαλλόντων και της στοχοθεσίας τους, η ανίχνευση συγκριτικών στοιχείων/χαρακτηριστικών ήταν μια ιδιαίτερα απαιτητική διαδικασία. Τα στοιχεία με τα οποία έγινε αυτή η σύγκριση είναι εστιασμένα κυρίως στα δομικά στοιχεία των δεικτών όπως αυτοί αναλύονται, οπτικοποιούνται καθώς και του τρόπου με τον οποίο αυτοί εξάγονται και αξιοποιούνται (Γιαννακάς, 2009). Συγκεκριμένα:

- *Κατηγορία εκπαιδευτικού περιβάλλοντος:* Προσαρμοστικό, Συνεργατικό, Περιβάλλον Επικοινωνίας, Εργαλείο ανάλυσης αλληλεπίδρασης.
- *Επίπεδο δεικτών:* Υψηλό ή Χαμηλό ανάλογα με την επεξεργασία που έχουν υποστεί τα δεδομένα
- *Μορφές οπτικοποίησης* που υιοθετούνται από το σύστημα
- *Τύπος ενημέρωσης* στον οποίο στοχεύουν οι οπτικοποιήσεις π.χ. Χρόνος μελέτης Στόχου, Πρόσβαση σε πηγές κτλ.

- *Προορισμός πληροφόρησης*: Σε ποιους απευθύνεται η πληροφόρηση που παρέχει το σύστημα μέσω των αναπαραστάσεων αλληλεπίδρασης π.χ. εκπαιδευτικό, εκπαιδευόμενο, χρήστη, ερευνητή

Συμπεράσματα - Μελλοντική έρευνα

Η παραγωγή και οπτικοποίηση δεικτών αλληλεπίδρασης αλλά και η αξιοποίηση των στοιχείων της αλληλεπίδρασης με γνώμονα την προσαρμογή και την κατάλληλη ενημέρωση των χρηστών - εκπαιδευομένων - καθηγητών αποτελεί μια εξελισσόμενη ερευνητική περιοχή. Σε αυτή την εργασία επιχειρήθηκε μία συγκριτική παρουσίαση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που καταγράφουν και οπτικοποιούν στοιχεία αλληλεπίδρασης. Ωστόσο, διαπιστώθηκε ότι παρόλο που υπάρχουν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα από διάφορες κατηγορίες που καταγράφουν, αναλύουν και παρουσιάζουν στοιχεία της αλληλεπίδρασης εκπαιδευόμενου - συστήματος, το κρίσιμο κομμάτι της προσαρμογής των συστημάτων με βάση στοιχεία αλληλεπίδρασης σε ατομικό ή ομαδικό επίπεδο δεν έχει ιδιαίτερα διερευνηθεί. Η περιοχή αυτή αφορά στην εξατομικευμένη υποστήριξη της πορείας του εκπαιδευόμενου σε ατομικό ή συλλογικό επίπεδο ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες του ή της ομάδας στην οποία ανήκει.

Στους μελλοντικούς μας στόχους είναι η διερεύνηση κατάλληλων δεικτών, οπτικοποίηση, και ερμηνεία στοιχείων αλληλεπίδρασης του εκπαιδευόμενου ως αυτόνομη οντότητα και ως μέλους μιας ομάδας με στόχο την συμβουλευτική του υποστήριξη και την καλλιέργεια μεταγνωστικών δεξιοτήτων.

Αναφορές

- Avouris N., Komis V., Margaritis M., & Fidas C., (2004). ModellingSpace: A tool for synchronous collaborative problem solving. *Proceedings ED Media, AACE Conference*. (pp. 381-386). Lugano.
- Baker, M., Andriessen, J., Lund, K., van Amelsvoort, M., & Quignard, M. (2007). A framework for analysing computer-mediated pedagogical debates. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 2(2-3), 315-357.
- Bull, S., & Kay, J. (2008). Metacognition and open learner models. In I. Roll & V. Aleven (eds.), *Proceedings of the Workshop on Metacognition and Self-Regulated Learning in Educational Technologies, International Conference on Intelligent Tutoring Systems* (pp. 7-20).
- Dimitracopoulou, A. et al. (2004). *State of the art on interaction analysis: "Interaction analysis indicators"*, ICALTS JEIRP Deliverable D.26.1. Kaleidoscope network of excellence, Retrieved from <http://www.rhodes.aegean.gr/LTEE/kaleidoscope-icalts>
- Dimitracopoulou, A., Avouris, N., Komis, B., & Feidas, C. (2002). Towards open object-oriented models of collaborative problem solving interaction. In P. Jermann, M. Mühlenbrock & A. Soller (eds.), *Workshop Proceedings "Designing computational models of collaborative learning interaction"*, 4th CSCL Conference (pp. 28-52). Boulder, Colorado.
- Gabner, K., Jansen, M., Harrer, A., Herrmann, K., & Hoppe, H., U. (2003). Analysis methods for collaboration models and activities. *CSCL Conference*. Bergen, Norway.
- Gogoulou, A., Gouli, E., Tsakostas, C., & Grigoriadou, M. (2009). Self-regulation in ACT: A case study in peer-assessment activities. *Paper presented at CSCL-2009*. Rhodos, Greece.
- Harrer, A., Malzahn, N., Hoeksema K., & Hoppe U. (2005): Learning design engines as remote control to learning support environments. *Journal of Interactive Media in Education*, 5, 311-316.
- Jerman, P., Soller, A., & Muhlenbrock, M. (2001). From mirroring to guiding: A Review of state of the Art technology for supporting collaborative learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings & K. Hakkarainen (eds.), *Proceedings of the EuroCSCL* (pp. 324-331). Maastricht, The Netherlands.
- Komis, V., Avouris, N., & Fidas, C. (2003). A study on heterogeneity during real-time collaborative problem solving. In B. Wasson, S. Ludvigsen, U. Hoppe (eds.), *Designing for Change in Networked Learning Environments, Proceedings of CSCL 2003* (pp. 411-420). Kluwer Academic Publ., Dordrecht.

- Margaritis, M., Fidas, C., & Avouris, N. (2007). A framework to facilitate building of collaborative learning applications. *Advanced Technology for Learning (ATL) International Journal*, 4(1).
- Mazza R., & Botturi L (2007). Monitoring an online course with the GISMO tool: A case study. *Journal of Interactive Learning Research*, 18(2), 251-265.
- Mazza, R., & Dimitrova, V. (2007). CourseVis: A graphical student monitoring tool for supporting instructors in web-based distance courses. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(2), 125-139.
- McLaren, B. M., Koedinger, K. R., Schneider, M., Harrer, A., & Bollen, L. (2004). Bootstrapping novice data: semi-automated tutor authoring using student log files. *Proceedings of the Workshop on Analyzing Student-Tutor Interaction Logs to Improve Educational Outcomes*.
- Melis, E., Gogvadze, G., Libbrecht, P., & Ullrich, C. (2009). ActiveMath - A learning platform with semantic web features. *Semantic Web Technologies for e-Learning*, 4.
- Mochizuki, T., Kato, H., Hisamatsu, S., Yaegashi, K., Fujitani, S., Nagata, T., Nakahara, J., Nishimori, T. & Suzuki, M. (2005). Promotion of Self-assessment for learners in online discussion using the visualization software. *Proceedings of the CSCL conference*. Taiwan.
- Nakahara, J., Kazaru, Y., Shinichi, H., & Yamauchi, Y., (2005). iTree - Does the mobile phone encourage learners to be more involved in collaborative learning?. *Proceedings of Conference on Computer Support for Collaborative Learning 2005* (pp. 440 - 449). Taipei, Taiwan.
- Papanikolaou, K., & Grigoriadou, M. (2008). Sharing knowledge and promoting reflection through the learner model. *Proceedings of the 'Intelligent Support for Exploratory Environments' workshop, 3rd European Conference on Technology-Enhanced Learning (EC-TEL '08)*. Maastricht School of Management, The Netherlands. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-381>
- Papanikolaou, K., Grigoriadou, M., Kornilakis, H., & Magoulas, G., D., (2003). Personalising the interaction in a web-based educational hypermedia system: the case of INSPIRE. *User-Modeling and User-Adapted Interaction*, 13 (3), 213-267.
- Romero, C. & Ventura, S. (2007). Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Systems with Applications*, 22, 135-146.
- Vassileva, J., & Sun, L. (2008). Evolving a social visualization design aimed at increasing participation in a class-based online community. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 17(4), 443-466.
- Zapata-Rivera, J., & Greer, J. (2000). Inspecting and visualizing distributed bayesian student models. In G. Gauthier, C. Frasson & K. VanLehn (eds.), *Intelligent Tutoring Systems ITS 2000* (pp. 544-553).
- Zapata-Rivera, J., D., Neufeld, E., & Greer, J. (1999). Visualization of bayesian belief networks. *IEEE Visualization 1999 Late Breaking Hot Topics Proceedings* (pp. 85-88). San Francisco, CA.
- Αβούρης, Ν., Καραγιαννίδης, Χ., & Κόμης, Β. (επιμ.) (2009). *Συνεργατική τεχνολογία*. Κλειδάριθμος.
- Γιαννακάς, Φ. (2009). *Ανάλυση αλληλεπίδρασης σε διαδικτυακά εκπαιδευτικά συστήματα*, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μιράντιτσης, Θ., (2007). *Ανάπτυξη ευέλικτων υποστηρικτικών εργαλείων, ασύγχρονων συζητήσεων, μέσω ανάλυσης αλληλεπιδράσεων μεταξύ συμμετεχόντων, για τεχνολογικά υποστηριζόμενη εκπαίδευση*, Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Παπανικολάου, Κ.Α., & Γρηγοριάδου, Μ. (2005). Προσαρμοστικά εκπαιδευτικά συστήματα υπερμέσων στο διαδίκτυο. Στο Σ. Ρετάλης (επιμ.), *Οι Προηγμένες Τεχνολογίες Διαδικτύου στην Υψηλότητα της Μάθησης* (σ. 204-236). Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Παπανικολάου, Κ., & Τζελέπη, Μ. (2009). Μοντέλο Εκπαιδευόμενου ως εργαλείο αναστοχασμού για μαθητές Γυμνασίου. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου στη Διδακτική της Πληροφορικής* (σ. 170-179). Αθήνα.
- Ρούσσου, Δ., & Παπανικολάου, Κ., (2009). Ενισχύοντας την αυτο-αξιολόγηση και επίγνωση των μαθητών με την οπτικοποίηση στοιχείων αλληλεπίδρασης σε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης. *Πρακτικά 5ου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση "Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη"*, Σύρος.

Παράρτημα 1. Συγκριτικός πίνακας εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που ενσωματώνουν στοιχεία αλληλεπίδρασης

Εκπαιδευτικό περιβάλλον	Κατηγορία	Επίπεδο Δεικτών	Μορφές Οπτικοποίησης	Τύπος Ενθέρωσης	Προορισμός Πληροφ.
INSPIRE (Papanikolaou et al., 2003)	Διαδίκτυακό προσαρμοστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον	Χαμηλό & Υψηλό	Πίτες, Καρτεσιανό διάγραμμα Μήτρες	Συνολικός & ατομικός Χρόνος μελέτης Στόχου, Χρόνος μελέτης έναντι προτεινόμενου, Πλοήγηση εκπαιδευμένου, Πρόσβαση σε πηγές	Εκπαιδευόμενοι Εκπαιδευτικοί
DIAS (Μπράτιτσης, 2007)	Διαδίκτυακό περιβάλλον ασύγχρονων συζητήσεων	Χαμηλό & Υψηλό	Ραβδόγραμμα, Πίτες, Πολικό διάγραμμα, Καρτεσιανό διάγραμμα, Κοινωνιοδιάγραμμα, κ.α.	Καταν. συσχετισμούς, Κατάταξη Ενεργητικότητα, Απόδοση, Απαντήσεις, Αναγνώσεις, Χρονισμοί ανάγνωσης Διασπορά – μέγεθος συζήτησης	Εκπαιδευόμενοι Εκπαιδευτικοί
Synergo (Margaritis et al., 2007) & Modelling space (Αντουρίσ et al., 2004)	Διαδίκτυακά συνεργατικά περιβάλλοντα	Χαμηλό & Υψηλό	Ραβδόγραμμα, Πίνακες, Διάγραμμα γραμμής	Δραστηριότητα, Συνεδρίες ομάδας, Συμμετοχή μελών, Είδη συμβάντων, Συμμετρία δραστηριότητας, Ενέργειες ανά συνεργάτη και ανά χρονική περίοδο.	Εκπαιδευτικοί Ερευνητές
VisNet & ViSMoDe (Zapata-Rivera et al. 1999; 2000)	Εργαλείο ανάλυσης στοιχείων από CMC συστήματα	Χαμηλό & Υψηλό	Μεταφορές	Μαθησιακό στολ, Εκτίμηση μάθησης	Εκπαιδευόμενοι Εκπαιδευτικοί
CoLAT (Komis, et al. 2003)	Εργαλείο ανάλυσης συνεργατικών συστημάτων	Χαμηλό & Υψηλό	Πίνακες, Πολυεπίπεδες όψεις	N/A	Εκπαιδευτικοί Ερευνητές
CourseVis (Mazza, & Dimitrova, 2007)	Εργαλείο ανάλυσης και συλλογής στοιχείων από CMC συστήματα	Χαμηλό & Υψηλό	3D Γραφικές αναπαραστάσεις, Μήτρες Σύνθετο διάγραμμα	Νήματα Συζητήσεων, Απόδοση, Πρόσβαση σε μάθημα (πηγές)	Εκπαιδευτικοί Ερευνητές
GISMO (Mazza & Boituri, 2007)	Εργαλείο ανάλυσης, συλλογής & οπτικοποίησης στοιχείων από CMC συστήματα	Χαμηλό & Υψηλό	Μήτρες, Ραβδόγραμμα, Ιστόγραμμα	Προσοχή σε μέθημα, Πρόσβαση σε πηγές Κατάταξη σε εξετάσεις, Γενική ισοτιμία	Εκπαιδευτικοί Ερευνητές
COMTELLA (Vassileva & Sun, 2008)	Peer to Peer σύστημα ανταλλαγής αρχείων	Χαμηλό	Μεταφορές	Αριθμός συνδέσεων, Αριθμός διαμοιραζόμενων αρχείων (συμμετοχή)	Χρήστες
LOOM (Baker et al., 2007)	Εργαλείο οπτικοποίησης συμμετοχής σε newsgroups	Χαμηλό	Γραφικές αναπαραστάσεις	Συμπεριφορά, Δραστηριότητες - Συμμετοχή	Εκπαιδευόμενοι
ActiveMath (Melis et al., 2009)	Διαδίκτυακό Προσαρμοστικό εκπαιδευτικό σύστημα	Χαμηλό	Δέντρα απόφασης Ραβδόγραμμα	N/A	Εκπαιδευόμενοι Χρήστες
i-Tree (Nakahara, 2005)	Σύστημα οπτικοποίησης ασύγχρονων συζητήσεων	Υψηλό	Μεταφορές	Συμμετοχή σε συζήτηση	Εκπαιδευτικοί-Ερευνητές
CoolModes (Gabner et al., 2003) & FreeStyler (Harer, 2005)	Εργαλείο ανάλυσης	Χαμηλό	Πίτες, Πίνακες, Διαγράμματα	Συνεργασία, αριθμός χρηστών, Συμμετοχή σε ερωτήσεις	Εκπαιδευτικοί
i-bee (Mochizuki et al., 2005)	Σύστημα οπτικοποίησης ασύγχρονων συζητήσεων	Υψηλό	Μεταφορές	Κατάταξη σε συζήτηση	Χρήστες
team.Space (Mazza et al., 2007)	Κοινωνικά Δίκτυα Πληροφόρησης	Χαμηλό	Μπάρες	Δραστηριότητα, Απόδοση	Εκπαιδευόμενοι
ACT (Gogoulou et al., 2009)	Συνεργατικό εργαλείο σύγχρονης επικοινωνίας	Υψηλό	Γραμμές	Συμμετοχή, Γνωστική ικανότητα, Πρόοδο	