Lin2k: Ένα Εργαλείο Βελτιστοποίησης της Εξ Αποστάσεως Συνεργασίας μέσω του Διαδικτύου

Σοφία Χατζηλεοντιάδου
Δρ. Πολιτικός Μηχανικός-Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης

Γεώργιος Μπαλαφούτας
Καθηγητής του Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
sofiaal@civil.auth.gr, balafar@civil.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του Lin2k, ενός εργαλείου το οποίο υποστηρίζει την ασύγχρονη, γραπτή συνεργασία δυο φοιτητών, μέσω του Διαδικτύου για τη μελέτη μιας Περίπτωσης (case study). Μία σειρά από εκπαιδευτικές μεθοδολογίες συνθέτουν τη δομή του Lin2k και το καθιστούν ένα περιβάλλον παροχής συνεργατικών γνώσεων και καλλιέργειας συνεργατικών δεξιοτήτων, χρήσιμων για την ομαλή είσοδο των φοιτητών στην επαγγελματική ζωή. Κατάλληλα σχεδιασμένες ιστοσελίδες υποστηρίζουν τη συνεργασία και ταυτόχρονα καταγράφουν τις αλληλεπιδράσεις των φοιτητών. Τα εμπειρικά αυτά δεδομένα αξιολογούνται από ένα σύστημα αξιολόγησης της συνεργατικότητας, το οποίο υλοποιήθηκε με χρήση της ασαφούς λογικής από το χώρο της τεχνητής νοημοσύνης. Στους φοιτητές παρέχεται κατά τη διάρκεια της συνεργασίας εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, η οποία στοχεύει στη διαμόρφωση της βέλτιστης δυναμικής της ομάδος τους, μέσω της αυτορρύθμισης της συνεργατικότητας κάθε φοιτητή. Πειραματικές χρήσεις του Lin2k αποδεικνύουν την πολύ καλή αποδοχή του από τους φοιτητές και την αποτελεσματικότητά του, η δε λειτουργία του ανεξάρτητα από το περιεχόμενο της Περίπτωσης το καθιστά ένα πρωτότυπο εργαλείο στο χώρο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: *Lin2k, αξιολόγηση συνεργασίας μέσω Διαδικτύου, εκπαίδευση από απόσταση, εξ αποστάσεως μελέτη περίπτωσης, ασαφής λογική*

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο επαγγελματικό πεδίο πολλών επιστημών είναι αναγκαία η επίλυση σύνθετων και συχνά διεπιστημονικών προβλημάτων μέσω κατάλληλων συνεργασιών. Αυτές μπορεί να διενεργούνται πρόσωπο με πρόσωπο αλλά και να διευκολύνονται μεταξύ απομακρυσμένα χωροθετημένων ανθρώπινων πόρων με κατάλληλη αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών. Στο πλαίσιο αυτό συνεργασίας, είναι απαραίτητο οι συμμετέχοντες να διαθέτουν επαγγελματικά προσόντα και δεξιότητες, όπως κριτική σκέψη, λήψη αποφάσεων, συντονιστικές και συνεργατικές ικανότητες καθώς και κατάλληλη εξοικείωση με τη χρήση των νέων τεχνολογιών. Οι φοιτητές, προκειμένου να εφοδιαστούν με τις κατάλληλες γνώσεις για την προσαρμογή τους στις παραπάνω επαγγελματικές απαιτήσεις θα πρέπει να έχουν ανάλογες εμπειρίες σε εκπαιδευτικό επίπεδο.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο του Lin2k, ενός εργαλείου που έχει ως στόχο την ανάπτυξη επαγγελματικών δεξιοτήτων και πιο συγκεκριμένα την προώθηση της γνώσης 'ορθής' συνεργασίας και τη βελτιστοποίηση των συνεργατικών δεξιοτήτων των χρηστών

του. Αποτελεί ένα εικονικό περιβάλλον που υποστηρίζει την εξ αποστάσεως, ασύγχρονη συνεργασία δύο φοιτητών, μέσω του Διαδικτύου, συνεπώς παρέχει το πλαίσιο για εξάσκηση συνεργατικών δεξιοτήτων. Ωστόσο ο εμπειρικός τρόπος μάθησης της συνεργασίας θα πρέπει να στηρίζεται σε ένα θεωρητικό υπόβαθρο. Έτσι στο Lin2k ενσωματώνονται εργαλεία και διαδικασίες που αποτελούν το σύστημα υποστήριξης του φοιτητή, το οποίο έχει ως στόχο να τον βοηθήσει αντιληφθεί τις βασικές θεωρητικές αρχές της 'ορθής' συνεργασίας και έτσι να βελτιώσει τις συνεργατικές του δεξιότητες.

Η συνεργασία με το Lin2k δομείται πάνω στην βήμα προς βήμα μελέτης μιας Περίπτωσης (case study), η οποία μπορεί να διατυπωθεί από οποιαδήποτε γνωστική περιοχή. Συνεπώς το Lin2k μπορεί να ενσωματωθεί σε διάφορα προγράμματα σπουδών ως μια εναλλακτική μορφή άσκησης των φοιτητών πάνω σε σύνθετα προβλήματα με χρήση της μεθοδολογίας της εξ αποστάσεως συνεργασίας. Η επιλογή των συνεργαζόμενων φοιτητών εναπόκειται στην ευθύνη του διδάσκοντος (Dillenbourg 1999, Kolar 1997). Ωστόσο, δεδομένου του ότι η προσέγγιση της μελέτης Περίπτωσης απαιτεί επαρκές γνωστικό υπόβαθρο, ο πληθυσμός στόχος του Lin2k είναι κυρίως φοιτητές από τα τελευταία έτη σπουδών ή μεταπτυχιακοί φοιτητές.

Στην επόμενη ενότητα της εργασίας αυτής παρουσιάζεται τα μοντέλα που συνθέτουν το παιδαγωγικό υπόβαθρο του Lin2k, όπως αυτό διαμορφώθηκε μετά από βελτιστοποίηση προηγούμενης έκδοσής του. Ακολούθως περιγράφονται πειραματικές εφαρμογές του εργαλείου και τέλος εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με την αποδοχή του από τους φοιτητές και την αποτελεσματικότητά του.

ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΤΟΥ LIN2K

Για την παροχή συνεργατικής γνώσης και δυνατότητα ανάπτυξης συνεργατικών δεξιοτήτων το παιδαγωγικό υπόβαθρο του Lin2k οργανώνεται πάνω σε βασικά στοιχεία της θεωρίας μάθησης των ενηλίκων. Οι περισσότεροι θεωρητικοί του χώρου αυτού συγκλίνουν στην άποψη ότι οι ενήλικες μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά μέσω εμπειριών και μάλιστα ακόμη πιο αποδοτικά όταν αυτές συνδέονται με τα ενδιαφέροντά τους (Jarvis 1985, Race 1999, Rogers 1977). Η διαδικασία, μέσω της οποίας οι ενήλικες αντιλαμβάνονται τις εμπειρίες τους προκειμένου να μάθουν από αυτές και στη συνέχεια να βελτιώσουν τη συμπεριφορά τους, έχει περιγραφεί από γνωστό κύκλο μάθησης των ενηλίκων (Kolb, 1984), στον οποίο προβλέπονται διαδοχικές φάσεις ενεργειών. Ο Race (Race, 1999), που ονόμασε τις φάσεις ως: α) *θέλοντας* (wanting), β) *πράττοντας* ((acting), γ) *ανατροφοδοτώντας* (feedback) και, δ) *αφομοιώνοντας* (digesting), υποστηρίζει ότι παρόλο που αυτές αλληλεπικαλύπτονται, η διάκρισή τους βοηθά στην κατάλληλη οργάνωση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Οι χρήστες του Lin2k εμπλέκονται σε μια συνεργατική εμπειρία, η οποία υλοποιεί τις παραπάνω φάσεις του κύκλου μάθησης των ενηλίκων, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

1) *Θέλοντας*. Για τη δημιουργία κινήτρου στους φοιτητές ώστε να εμπλακούν στη συνεργατική διαδικασία, ορίζεται ως κοινό έργο η μελέτη μιας Περίπτωσης (Christensen. & Hansen, 1987), η οποία αποτελεί απόσπασμα από ένα πραγματικό γεγονός. Οι φοιτητές καλούνται να μελετήσουν την Περίπτωση και να επιλύσουν με γραπτή συνεργασία τα σύνθετα και συχνά ημιδομημένα προβλήματα που αυτή θέτει. Έτσι η μελέτη Περίπτωσης συνδέει τις ακαδημαϊκές γνώσεις με το επαγγελματικό έργο, ενώ καταφέρνει παράλληλα να ασκήσει την κριτική σκέψη των φοιτητών κατά την προσπάθεια εξεύρεσης της βέλτιστης λύσης των μελετώμενων προβλημάτων (Easton, 1982). Επιπλέον, αποτελεί μέσο πρόκλησης επιχειρηματολογίας και παραγωγής πλούσιων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των φοιτητών.

2) *Πράττοντας*. Η συνεργασία των φοιτητών διεξάγεται μέσω *εικονικών χώρων εργασίας* (workspace metaphor), οι οποίοι είναι ιστοσελίδες ατομικής ή κοινής θέασης. Κάθε φοιτητής συμμετέχει στη συνεργασία από την *Ατομική Σελίδα Συνεργασίας* (ΑΣΕ), στην οποία είναι υλοποιημένο το σύστημα επικοινωνίας. Αυτό προβλέπει ότι κάθε φοιτητής, κάθε φορά, υποβάλλει προς το συνεργάτη του ένα από τα εξής είδη συμβολής: *Πρόταση*, *Αντιπρόταση*, *Σχόλιο*,

Διευκρίνιση, *Συμφωνία* (Barros & Verdejo, 1999) ή *Ερώτηση* (Χατζηλεοντιάδου, 2000). Το τελευταίο είδος συμβολής εισάγεται στο Lin2k καθώς σε μια συνεργατική σχέση οι ερωτήσεις αποτελούν μέσο για την ενθάρρυνση της επικοινωνίας, την ενίσχυση του ενδιαφέροντος και την ανάπτυξη της γνωστικής περιέργειας, την ανάπτυξη της σκέψης, τον εντοπισμό των κενών στις υπάρχουσες γνώσεις, τη βελτίωση της ικανότητας κατανόησης εννοιών, την ανταλλαγή εμπειριών και γνώσεων, την εκδήλωση σκέψεων και συναισθημάτων (Γιοκαρίνης, 1988). Η συμβολή των ερωτήσεων στα παραπάνω είναι αποτελεσματική, όταν ο χρήστης είναι γνώστης των ειδών των ερωτήσεων και της ποιοτικής διαφοράς τους. Στο Lin2k παρέχεται η γνώση της ταξινομίας των ερωτήσεων κατά Bloom (σε κατάλληλο σύνδεσμο, link) και η δυνατότητα άσκησης της δεξιότητας χρήσης τους, καθώς, όταν φοιτητής πρόκειται να υποβάλλει ερώτηση, καλείται επιπλέον να τη χαρακτηρίσει ως προς το είδος της ως: *Ανάκλησης*, *Κατανόησης*, *Εφαρμογής* (χαμηλού επιπέδου), *Ανάλυσης*, *Σύνθεσης* ή *Αξιολόγησης* (υψηλού επιπέδου) (Bloom, Hastings & Madaus,1971). Έτσι, κάθε φορά ο φοιτητής αποφασίζει αρχικά ο είδος της συμβολής του στη συνεργασία, τη χαρακτηρίζει, επιλέγοντας το αντίστοιχο πλήκτρο και στη συνέχεια πληκτρολογεί το περιεχόμενό της σε κατάλληλο χώρο. Η χρήση της ημιδομημένης διεπιφάνειας της ΑΣΕ δεν εμποδίζει την ανάπτυξη της συνεργασίας, αντιθέτως μειώνει τον αριθμό των εκτός θέματος αλληλεπιδράσεων (Dillenbourg, 2000, Baker, 1996), οργανώνει τη γραπτή επικοινωνία και ταυτόχρονα διευκολύνει τη συλλογή εμπειρικών δεδομένων, τα οποία αποθηκεύονται σε βάση δεδομένων. Η συνεργασία των φοιτητών διεξάγεται σε δυο επίπεδα, στο επίπεδο κοινού έργου και στο επίπεδο συντονισμού της συνεργασίας (Barros & Verdejo, 1999):

Επίπεδο κοινού έργου. Οι φοιτητές καλούνται να συνεργαστούν για τη μελέτη της Περίπτωσης ακολουθώντας μια βήμα προς βήμα προσέγγιση (Χατζηλεοντιάδου, 2000), η οποία επιτρέπει τη λειτουργία της ανατροφοδότησης που περιγράφεται στα επόμενα. Έτσι η συνεργασία εξελίσσεται σε έξι βήματα (Easton, 1982): α) κατανόηση της κατάστασης, β) διάγνωση του/ των προβλήματος/ των, γ) παραγωγή εναλλακτικών λύσεων, δ) προσδιορισμός των αποτελεσμάτων κάθε εναλλακτικής λύσης, ε) αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων, στ) επιλογή της βέλτιστης λύσης-αιτιολόγηση. Στόχος και των δυο φοιτητών σε κάθε βήμα, είναι η συνεργασία για την από *κοινού* παραγωγή ενός κειμένου, του *Ενδιάμεσου Παραδοτέου,* που παρουσιάζει την άποψή τους στο ζητούμενο του βήματος. Το *Ενδιάμεσο Παραδοτέο* διαμορφώνεται σταδιακά με διαδοχικές γραπτές συμβολές από τους φοιτητές. Όταν κάθε φοιτητής υποβάλλει τη συμβολή του στη συνεργασία, αυτή καταχωρείται στη *Σελίδα Περιεχομένων Συνεργασίας* (ΣΠΣ) η οποία είναι κοινής θέασης και υλοποιεί τη *συλλογική μνήμη* της ομάδος (Dillenbourg, 1999). Στη ΣΠΣ εμφανίζονται εκτός από το περιεχόμενο, και τα χαρακτηριστικά κάθε συμβολής, όπως ο συγγραφέας και το είδος της. Μέσω της σελίδας αυτής οι φοιτητές παρακολουθούν το ιστορικό της συνεργασίας και προετοιμάζουν κατάλληλα την επόμενη συμβολή τους στη συζήτηση. Όταν διαμορφωθεί με αυτό τον τρόπο το *Ενδιάμεσο Παραδοτέο* υποβάλλεται και καταχωρείται στη *Σελίδα Τελικού Παραδοτέου*. Στη σελίδα αυτή, η οποία είναι επίσης κοινής θέασης, με τη σταδιακή καταχώρηση των *Ενδιάμεσων Παραδοτέων,* προκύπτει το *Τελικό Παραδοτέο*. Η άσκηση στη βήμα προς βήμα οργάνωση και παραγωγή του κειμένου αυτού, συμβάλλει στην περαιτέρω καλλιέργεια των επαγγελματικών δεξιοτήτων του φοιτητή. Το *Τελικό Παραδοτέο* αξιολογείται από το διδάσκοντα έξω από το περιβάλλον του Lin2k.

Επίπεδο συντονισμού της συνεργασίας. Στο επίπεδο αυτό, οι φοιτητές αναπτύσσουν, σε κάθε βήμα, έναν παράλληλο γραπτό διάλογο με στόχο το συντονισμό της συνεργασίας τους στο επίπεδο του *κοινού έργου*, όπως οργάνωση χρονοδιαγραμμάτων ή μεταβολή του ρυθμού της συνεργασίας τους. Ο διάλογος στο επίπεδο συντονισμού διεξάγεται μέσω ατομικών και κοινών σελίδων στις οποίες υλοποιείται σύστημα επικοινωνίας όμοιο με αυτό του επιπέδου του *κοινού έργου*. Έτσι, παρέχονται τα εργαλεία για την επανάληψη της συνεργατικής διαδικασίας, με στόχο την καλλιέργεια δεξιοτήτων που αφορούν στο συντονισμό της διαδικασίας παραγωγής ενός έργου.

Στο τέλος κάθε βήματος το σύστημα υποστήριξης του φοιτητή παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με τη συνεργατική δραστηριότητά του κατά τη διάρκεια του βήματος που προηγήθηκε.

3) *Ανατροφοδοτώντας*. Στόχος της ανατροφοδότησης του Lin2k είναι η προαγωγή της αντίληψης ότι η συνεργασία μεταξύ των δυο φοιτητών για την παραγωγή συγκεκριμένου κοινού έργου είναι μια *κοινωνική σχέση*. Συνεπώς, παρόλο που κάθε συμμετέχων στη σχέση αυτή θα πρέπει να συμβάλλει με τη μέγιστη δυνατή συνεργατική του δραστηριότητα, παράλληλα θα πρέπει να συμβάλλει στην όσο το δυνατό *ισόρροπη* συνεργασία με το άλλο μέλος της σχέσης, ώστε να διαμορφωθεί η μέγιστη δυναμική της συγκεκριμένης συνεργασίας. Εάν αυτό επιτευχθεί τότε αναμένεται να προκύψει *Τελικό Παραδοτέο* καλύτερης ποιότητας. Προκειμένου να αντιληφθεί ο φοιτητής το ρόλο του μέσα στη διαδικασία της συνεργασίας, χρησιμοποιείται ένα σύστημα αξιολόγησης της συνεργατικής του δραστηριότητας, το οποίο αναπτύσσεται με βάση τα εμπειρικά δεδομένα που συλλέγονται από το σύστημα κατά την αλληλεπίδραση των φοιτητών. Το σύστημα αξιολόγησης είναι γνωστό στους φοιτητές και στηρίζεται στο μοντέλο της Barros (Barros & Verdejo, 1999), σύμφωνα με το οποίο ένα σύνολο βαρών συσχετίζει τα είδη της συμβολής στη συνεργασία με *βασικές μεταβλητές* που περιγράφουν τη συνεργατική δραστηριότητα. Το τροποποιημένο σύστημα βαρών που χρησιμοποιείται στο σύστημα αξιολόγησης του Lin2k, λόγω της εισαγωγής της χρήσης των ερωτήσεων στο σύστημα επικοινωνίας, παρατίθεται στον Πίνακα 1, όπου:

Η *Πρωτοβουλία* υποδηλώνει το βαθμό εμπλοκής και υπευθυνότητας που απαιτείται
Η *Δημιουργικότητα* που υποδηλώνει το καινούριο στην σκέψη που διατυπώνεται
Η *Επεξεργασία* που υποδηλώνει την ποσότητα δουλειάς που απαιτείται για μια συμμετοχή.
Ο *Βαθμός διαφωνίας* που υποδηλώνει το βαθμό διαφωνίας προς μια προηγούμενη συμμετοχή.

Είδος συμβολής		Συντελεστές βαρύτητας w_{ij}			
		$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$
i		Πρωτοβουλία	Δημιουργικότητα	Ανάπτυξη	Βαθμός Διαφωνίας
1	Πρόταση	10	10	10	10
2	Αντιπρόταση	10	9	9	10
3	Σχόλιο	4	3	2	1
4	Διευκρίνιση	4	2	2	1
5	Συμφωνία	1	1	1	1
6	Ερώτηση χαμηλού επιπέδου	4	3	3	3
7	Ερώτηση υψηλού επιπέδου	7	3	6	3

Πίνακας 1: Συσχέτιση των ειδών συμβολής στη συνεργασία με βασικές μεταβλητές περιγραφής της συνεργατικής δραστηριότητας.

Με βάση τη δραστηριότητα *κάθε* φοιτητή n ($n = A, B$), κατά τη διεξαγωγή της συνεργασίας, στη διάρκεια *ενός βήματος,* υπολογίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

Οι τιμές των μεταβλητών για κάθε είδος συμβολής, όπου xn_i είναι το πλήθος κάθε είδους συμβολής i που ενεργοποιείται (π.χ. εάν υποβληθούν 10 Προτάσεις και 5 Αντιπροτάσεις από τον φοιτητή Α, τότε $xA_1 = 10$ και $xA_2 = 5$):

$$sn_{ij} = xn_i \cdot w_{ij}, \qquad n = A, B, i = 1:7, j = 1:4. \qquad (1)$$

Το άθροισμα κάθε μεταβλητής: $$Sn_j = \sum_{i=1}^{7} sn_{ij}, \qquad n = A, B, j = 1:4. \qquad (2)$$

Το άθροισμα των συνολικών συμμετοχών: $$Mn = \sum_{i=1}^{7} xn_i, \qquad n = A, B. \qquad (3)$$

Το άθροισμα των συνολικών ερωτήσεων $$Sq_n = \sum_{j=1}^{4} (sn_{6j} + sn_{7j}), \qquad n = A, B. \qquad (4)$$

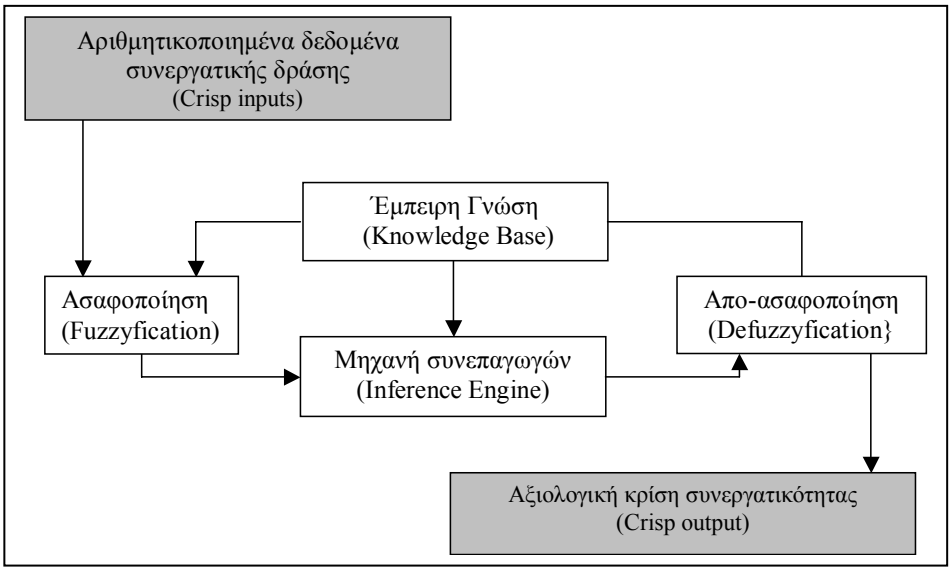
Κατά τη διάρκεια *κάθε* βήματος, παράλληλα με τη συζήτηση για την επίλυση της Περίπτωσης, διεξάγεται η *συζήτηση συντονισμού* της συνεργατικής διαδικασίας στην οποία οι φοιτητές συμμετέχουν με τα ίδια είδη συμβολής, όπως στο προηγούμενο επίπεδο. Για το χαρακτηρισμό του τρόπου συνεργασίας στο επίπεδο συντονισμού χρησιμοποιούνται οι ίδιες μεταβλητές και βάρη όπως αυτά αναφέρονται στον Πίνακα 1, με βάση τον οποίο υπολογίζονται οι τιμές των μεταβλητών για κάθε είδος συμβολής, το άθροισμα της μεταβλητής πρωτοβουλία και το άθροισμα των συνολικών συμμετοχών στο συντονισμό.

Το Lin2k εισάγει την υλοποίηση δυο προσεγγίσεων (Dillenbourg, 1996) για την περαιτέρω ανάλυση της συνεργατικής δραστηριότητας. Σύμφωνα με την πρώτη προσέγγιση, με βάση της θεωρία της *κοινής νόησης* (Shared Cognition, SC), η ομάδα των δυο φοιτητών θεωρείται ως ένα ενιαίο γνωστικό σύστημα που δομεί και διατηρεί μια κοινή αντίληψη της συνεργατικής δραστηριότητας. Στην περίπτωση αυτή το άθροισμα των συνεργατικών δραστηριοτήτων των φοιτητών Α και Β για κάθε μια *μεταβλητή* αποτελεί τη συνολική δραστηριότητα της ομάδος ως προς τη συγκεκριμένη *μεταβλητή*. Αυτή αποτελεί το 100% σε ένα πεδίο ορισμού μέτρησης από το 0-100% (το ποσοστό αυτό δεν έχει καμία σημασία έξω από το σχήμα της συγκεκριμένης ομάδος). Σύμφωνα με τη δεύτερη προσέγγιση, που υλοποιείται με βάση της θεωρία του κοινωνικού εποικοδομισμού (Socio-Constructivism, SCon) στόχος της ανάλυσης είναι η ατομική αντίληψη της συνεργασίας, όπως αυτή δημιουργείται κατά τη διάρκεια της συμμετοχής του φοιτητή σε αυτή. Έτσι υπολογίζεται το ποσοστό συμμετοχής του κάθε φοιτητή στη συνολική δραστηριότητα ανά *μεταβλητή* (οι προκύπτουσες τιμές για τους δυο φοιτητές είναι αλληλοσυμπληρωματικές). Με βάση τον Πίνακα 1 και τις προαναφερθείσες εξισώσεις υπολογίζονται για *κάθε* φοιτητή, στο *τέλος κάθε βήματος* της μελέτης Περίπτωσης, τα επί τοις εκατό ποσοστά των παρακάτω *μεταβλητών* επί των συνολικών αντίστοιχων μεγεθών της ομάδος:

Ποσοστό συνολικών συμμετοχών, Επεξεργασία, Πρωτοβουλία, Βαθμολογία ερωτήσεων, Δημιουργικότητα, Βαθμός διαφωνίας, Πρωτοβουλία (από μηνύματα συντονισμού), Ποσοστό μηνυμάτων συντονισμού.

Οι παραπάνω αριθμητικές τιμές των *μεταβλητών* τροφοδοτούν το σύστημα αξιολόγησης της συνεργατικότητας κάθε φοιτητή. Η μοντελοποίηση του συστήματος αυτού δεν είναι δυνατό να γίνει με χρήση συμβατικών συναρτήσεων καθώς η συμπεριφορά του είναι πολύπλοκη. Ένας διδάσκων ωστόσο, μπορεί να αναλύσει τη λειτουργία του καθιερωμένου συστήματος αξιολόγησης με μια σειρά από λογικές σκέψεις και να την περιγράψει με φυσικό λόγο. Η γνώση αυτή αποτελεί την *Έμπειρη Γνώση* (Domain Expert Knowledge) ή *Προϋπάρχουσα Γνώση* (a priori Knowledge) που εισάγεται στο Lin2k. Η Ασαφής Λογική (Fuzzy Logic) που εισήχθη πρώτη φορά από τον Zadeh (Zadeh,1965), αποτελεί μια από τις τεχνολογίες του χώρου της τεχνητής νοημοσύνης και παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας μοντέλων βασισμένων σε *Γλωσσολογικές Περιγραφές* (Linguistic Descriptions). Η δυσκολία της δημιουργίας του μοντέλου ενός συστήματος με *Γλωσσολογικές Περιγραφές,* έγκειται στη μετατροπή αυτού του τύπου της ανθρώπινης πληροφορίας σε μαθηματική μορφή, έναν ρόλο που αναλαμβάνουν τα *Ασαφή Συστήματα*

Συνεπαγωγής (Fuzzy Inference Systems, FIS). Ένα FIS μπορεί να εξάγει ένα συμπέρασμα για κάποια είσοδο που θα δεχτεί, η δε βασική δομή ενός FIS του Lin2k απεικονίζεται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Το μπλοκ διάγραμμα του Ασαφούς Συστήματος Συνεπαγωγής (Fuzzy Inference System, FIS) του Lin2k.

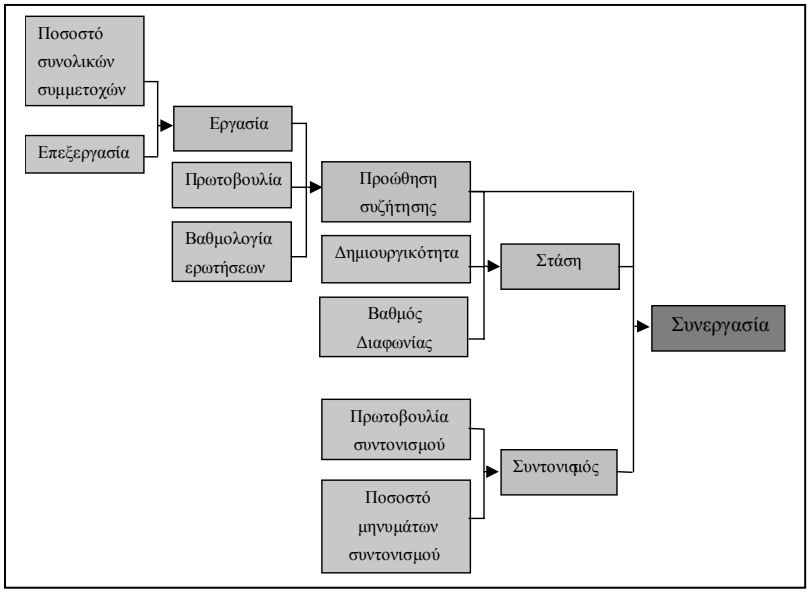
Η *Έμπειρη Γνώση* εισάγεται από πριν στο FIS και μπορεί να διατυπωθεί με σύνολο *κανόνων* της μορφής:

IF το *Ποσοστό των συνολικών συμμετοχών* είναι *χαμηλό* AND η *Επεξεργασία* είναι *χαμηλή*……
THEN η *Εργασία* είναι *χαμηλή*.

Επιπλέον, η *Έμπειρη Γνώση* περιγράφει και τον τρόπο με τον οποίο ορίζονται οι *ασαφείς τιμές* (Fuzzy Values) π.χ. '*χαμηλή*' για κάθε μια *μεταβλητή* του παραπάνω κανόνα, δηλαδή ο τρόπος που περιγράφονται τα ποσοτικά όρια με βάση το καθιερωμένο σύστημα αξιολόγησης (άριστα, πολύ καλά, καλά, απόρριψη).

Τα *αριθμητικά δεδομένα* (Crisp Values) των *μεταβλητών* που περιγράφουν τη *συνεργατική* δραστηριότητα του φοιτητή εισερχόμενα στο FIS *ασαφοποιούνται,* δηλαδή αντιστοιχίζονται σε μια τιμή από το 0 έως το 1 με βάση τον τρόπο που έχουν προσδιοριστεί μαθηματικά οι *ασαφείς τιμές.* Ακολούθως η *μηχανή συνεπαγωγών* (Inference Engine), τύπου Mamdani (Tsoukalas, 1996), αλληλεπιδρά με την έμπειρη γνώση και συνεκτιμώντας όλους τους κανόνες εξάγει μια τιμή, η οποία στη συνέχεια *απο-ασαφοποιείται* και εξάγεται από το σύστημα ως *αριθμητική τιμή* (Crisp Value). Δεδομένου του ότι ο αριθμός των *μεταβλητών* που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της συνεργατικότητας του φοιτητή είναι μεγάλος, είναι πολύ δύσκολο να διατυπωθούν οι *κανόνες* για τη λειτουργία ενός FIS αξιολόγησης. Ορίζονται σχέσεις αιτιότητας μεταξύ των *μεταβλητών*, γεγονός που απλοποιεί τη διατύπωση των κανόνων αξιολόγησης (Barros & Verdejo, 1999). Η σχέση αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών του Lin2k απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Με τον τρόπο αυτό, δομείται ένα δίκτυο από FIS που σχηματίζουν πέντε επίπεδα διαδοχικής εξαγωγής αξιολογικών κρίσεων. Η έξοδος του ενός FIS εισέρχεται στο επόμενο, ώστε να προκύψει τελικά η αξιολόγηση

της συνεργατικότητας $Cn, \quad n = A, B$ κάθε φοιτητή, με τιμή που ανήκει στο πεδίο ορισμού 0 έως 100%.



Σχήμα 2: Σχέση αιτιότητας μεταξύ των μεταβλητών του Lin2k.

Το Lin2k εισάγει την έννοια του *Ισοζυγίου Συνεργατικής Δραστηριότητας* (ΙΣΔ). Στόχος του συστήματος ανατροφοδότησης είναι να επιτευχθεί ισοζύγιο της συνεργατικής δραστηριότητος, δηλαδή οι αλληλοσυμπληρωματικές τιμές Cn των φοιτητών να μην αποκλίνουν πέρα από κάποιο αποδεκτό όριο που ορίζει την περιοχή ΙΣΔ. Η εξασφάλιση της ισόρροπης συμμετοχής των φοιτητών στη συνεργασία αποτελεί μέτρο της ποιότητάς της. Το σύστημα ανάγεται στο μικρόκοσμο της υπό εξέταση ομάδος και θεωρεί, από την SC άποψη, ότι με τη συγκεκριμένη δομή της, στο συγκεκριμένο χρόνο, με τα μέσα που διαθέτει, όλη η συνεργατική δραστηριότητα που έχει ως γνωστική μονάδα αναφοράς είναι 100%. Κάθε άτομο μέσα σε αυτήν συμβάλλει κατά το ποσοστό του Cn στη διαμόρφωση της πραγματικότητας. Στην ατομική του προσπάθεια να ανεβάσει το ποσοστό επίδοσης (SCon άποψη), συμπαρασύρει αυτόματα και τη δυναμική της ομάδος σε μια νέα θέση που εκφράζεται πάλι με ένα 'βελτιωμένο' 100%.

Η διαδικασία αξιολόγησης της συνεργατικότητας επαναλαμβάνεται σε κάθε βήμα μελέτης της Περίπτωσης κατά τη συνεργασία με το Link. Έτσι αποκτά *διαμορφωτικό* (formative) χαρακτήρα καθώς λειτουργεί ως μέσο βελτίωσης της επίδοσης των συνεργαζόμενων φοιτητών σε κάθε επόμενο βήμα. Για να λειτουργήσει η αξιολόγηση με τον τρόπο αυτό, τα αποτελέσματά της κοινοποιούνται στο τέλος *κάθε* βήματος στους φοιτητές. Κάθε φοιτητής ανατροφοδοτείται με ένα γράφημα στο οποίο παρουσιάζεται η επιθυμητή περιοχή ΙΣΔ και η τιμή της συνεργατικότητάς του Cn. Δεν επελέγη η ταυτόχρονη παρουσίαση των δυο τιμών Cn μέσα από το μοντέλο ανατροφοδότησης του Lin2k, καθώς ο στόχος δεν είναι η καλλιέργεια ανταγωνιστικών τάσεων μεταξύ των φοιτητών, αλλά η ατομική βελτίωση της συνεργατικότητας προς την κατεύθυνση της βέλτιστης λειτουργίας της ομάδος.

4) Αφομοιώνοντας. Η γνώση του συστήματος αξιολόγησης από τους φοιτητές, σε συνδυασμό με την επαναληπτική διεξαγωγή και αξιολόγηση της συνεργατικής εμπειρίας και μάλιστα υπό

διαφορετικό έργο (επίπεδα κοινού έργου και συντονισμού) και η ανατροφοδότηση της αξιολόγησης, δημιουργούν κατάλληλες συνθήκες που αυξάνουν σημαντικά τις πιθανότητες για στοχασμό (reflection) (Collins, J. & S. J. Brown, 1988) και αφομοίωση της γνώσης που προσέφερε η συνεργατική εμπειρία. Επιπλέον η ασύγχρονη επικοινωνία, παρέχει ικανό χρονικό διάστημα για την ολοκλήρωση της τελευταίας φάσης του κύκλου των ενηλίκων σε κάθε βήμα και την προετοιμασία για την είσοδο στο επόμενο.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ LIN2K

Διεξήχθησαν δυο πειραματικές εφαρμογές του Lin2k προκειμένου να διερευνηθεί η αποδοχή του από τους φοιτητές καθώς επίσης και η αποτελεσματικότητα του συστήματος ανατροφοδότησης. Στις εφαρμογές αυτές συμμετείχαν 44 φοιτητές του Τομέα Υδραυλικής και Τεχνικής Περιβάλλοντος του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ., οι 20 ήταν φοιτητές από το 6° εξάμηνο σπουδών και οι 24 φοιτητές από το 10° εξάμηνο σπουδών, ώστε να διαθέτουν επαρκές γνωστικό υπόβαθρο για τη μελέτη των Περιπτώσεων.

Η αποδοχή του Lin2k από τους φοιτητές διερευνήθηκε μέσα από ερωτηματολόγιο. Με τη διεξαγωγή των παραπάνω πειραματικών χρήσεων επιβεβαιώθηκαν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των ερωτηματολογίων ανάλογου πειράματος, το οποίο διεξήχθη με προγενέστερη έκδοση του Lin2k (Χατζηλεοντάδου, 2000). Συνολικά προκύπτει ότι οι φοιτητές δεν είχαν δυσκολία στη χρήση των πλήκτρων χαρακτηρισμού των συμβολών τους, δεδομένου του ότι είχαν συμμετάσχει σε ενημερωτικό σεμινάριο πριν την πειραματική χρήση τους. Ιδιαίτερα ικανοποιητική ήταν η ορθή χρήση της ταξινομίας των ερωτήσεων, σε ποσοστό 94%, όπως προκύπτει από τη συσχέτιση χαρακτηρισμών και περιεχομένου των ερωτήσεων. Η στάση των φοιτητών απέναντι συνολικά στη χρήση του Lin2k διαμορφώθηκε κατά τη διάρκεια της χρήσης του εργαλείου, όπως αποδεικνύει συνδυασμός ερωτήσεων και στο τέλος της πειραματικής εφαρμογής καταγράφηκε θετική σε ποσοστό 76%. Επίσης η μεθοδολογία της μελέτης Περίπτωσης έγινε πολύ καλά αποδεκτή, η δε ανάλυση των κειμένων συνεργασίας που καταγράφηκαν από το σύστημα αποδεικνύει την εμπλοκή των φοιτητών στις καταστάσεις που περιγράφονται μέσα σε αυτή (π.χ. οι φοιτητές 'συνομιλούσαν' ως επιβλέποντες του περιγραφόμενου τεχνικού έργου).

Για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας του μηχανισμού ανατροφοδότησης του Lin2k τα ζεύγη των συνεργαζόμενων φοιτητών χωρίστηκαν σε πειραματικά και ζεύγη ελέγχου. Τα 11 συνολικά ζεύγη ελέγχου και των δυο πειραματικών εφαρμογών, δεν έλαβαν ανατροφοδότηση στο τέλος κάθε βήματος, ενώ τα 11 πειραματικά ζεύγη ολοκλήρωσαν τα βήματα του κύκλου μάθησης των ενηλίκων. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι τιμές της συνεργατικότητας $Cn, \quad n = A, B$ των ζευγών ελέγχου και των δυο εξαμήνων δεν συνέκλιναν στην περιοχή ΙΣΔ. Οι φοιτητές ακολούθησαν ατομική πορεία κατά τη συνεργασία σε όλα τα βήματα μελέτης της Περίπτωσης. Αντίθετα οι τιμές της συνεργατικότητας Cn των πειραματικών ζευγών είχαν ικανοποιητική σύγκλιση στην περιοχή ΙΣΔ με μικρή απόκλιση κατά το πρώτο και τέταρτο βήμα της μελέτης Περίπτωσης. Η απόκλιση του πρώτου βήματος είναι αναμενόμενη καθώς δεν έχει ακόμη αναπτυχθεί η δυναμική της ομάδος. Η απόκλιση του τετάρτου βήματος συσχετίζεται με το ζητούμενο του βήματος αυτού, που είναι η πρόβλεψη των αποτελεσμάτων κάθε λύσης που έχει προταθεί στο προηγούμενο βήμα. Έτσι απαιτείται εκτεταμένη ανάλυση, που ενθαρρύνει τη έκφραση προσωπικών απόψεων και γνώσεων σε βάρος της συνεργασίας. Η ανάλυση του περιεχομένου των συμβολών των φοιτητών όπως αυτά καταγράφηκαν από το σύστημα αποδεικνύει την παραπάνω συσχέτιση.

Προκειμένου να ελεγχθεί η υπόθεση ότι η σύγκλιση στην περιοχή ΙΣΔ μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του προϊόντος της συνεργασίας, κλήθηκε ένας εξωτερικός αξιολογητής των *Τελικών Παραδοτέων*. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι υπάρχει ισχυρή συσχέτιση της βαθμολογίας των *Τελικών Παραδοτέων* με τη σύγκλιση στην περιοχή ΙΣΔ, γεγονός που επιβεβαιώνει την αρχική υπόθεση.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε η εκπαιδευτική διαδικασία που υλοποιεί το Lin2k, ένα εργαλείο βελτιστοποίησης της συνεργατικότητας δυο συνεργαζόμενων φοιτητών μέσω Διαδικτύου. Ο σχεδιασμός του Lin2k βασίστηκε σε παιδαγωγικό υπόβαθρο το οποίο προσδιορίζει τη λειτουργία όλων των επιμέρους συστημάτων που καταγράφουν και υποστηρίζουν τη συνεργατική διαδικασία. Η ανάλυση της διαδικασίας αυτής γίνεται με βάση τις αλληλεπιδράσεις των φοιτητών, η δε αξιολόγησή της από *Σύστημα Ασαφούς Συνεπαγωγής*. Το σύστημα αυτό αποτελεί ένα μοντέλο αξιολόγησης αντικειμενικού χαρακτήρα, που επιτρέπει την εξαγωγή ποιοτικών εκτιμήσεων από ποσοτικά δεδομένα. Οι αξιολογικές κρίσεις χρησιμοποιούνται κατάλληλα από το σύστημα για την υποστήριξη της συνεργατικής διαδικασίας. Η λειτουργία του Lin2k είναι ανεξάρτητη περιεχομένου, γεγονός που επιτρέπει την εισαγωγή του σε διαφορετικά αναλυτικά προγράμματα σπουδών. Οι σχεδιαζόμενες χρήσεις του, σε κανονική εκπαιδευτική διαδικασία, θα επιτρέψουν τη μελέτη των επιπτώσεων της επαναληπτικής χρήσης του στη βελτίωση των συνεργατικών δεξιοτήτων των φοιτητών χρηστών του. Επιπλέον θα επιτρέψουν τη συλλογή εμπειρικών δεδομένων τα οποία θα αξιοποιηθούν για την περαιτέρω βελτιστοποίηση και μετατροπή του Lin2k σε ένα εργαλείο επαγγελματικού επιπέδου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Baker, M. & Lund, K. (1996), Flexibly Structuring the Interaction in a CSCL Environment, *Proceedings of the European Conference on Artificial Intelligence in Education,* 401- 407, 1996 EuroAIED

Barros, B. & Verdejo, M. F. (1999), An Approach to Analyze Collaboration when Shared Structured Workspaces are Used for Carrying out Group Learning Processes, In S. P. Lajoie, M. Vivet (Eds.), *Artificial Intelligence in Education*, 449-456, Netherlands: IOS Press

Bloom, B.S., Hastings, J.T. & Madaus, G.F. (1971), *Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*, New York: McGraw-Hill

Γιοκαρίνης, Κ. Ν. (1988), *Η Τεχνική των Ερωτήσεων στη Διδακτική Πράξη και Αξιολόγηση*, Δράμα

Christensen, R., & Hansen, A. J. (1987), Teaching with Cases at the Harvard Business School, In C. R. Christencen, A.J. Hansen (Eds.), *Teaching and the Case Method: Text, Cases, and Readings*, 16-49, Boston, MA: Harvard Business School

Collins, J. & Brown, S. J. (1988), The Computer as a Tool for Learning Trough Reflection, In H. Mandl, A. Lesgold (Eds.), *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*, 1-18, New York: Springer-Verlag

Dillenbourg, P., Baker, M.,. Blaye, A. & O'Malley, C. (1996), The Evolution of Research on Collaborative Learning, In E. Spada, P. Reiman (Eds.), *Learning in Humans and Machine: Towards an Interdisciplinary Learning Science*, 189-211, Oxford: Elsevier

Dillenbourg, P. (1999), What do you Mean by Collaborative Learning?, In P. Dillenbourg (Ed.), *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*, 1-19, Oxford, Elsevier

Dillenbourg, P. (2000), Virtual Learning Environments, http://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/dil-papers-2/Dil.7.5.18.pdf

Easton, G. (1982), *Learning from Case Studies*, London: Prentice Hall

Jarvis, P. (1985), *Adult and Continuing Education*, London: Croom Helm

Kolar, R.L. & Sabatini, D.A. (1997), Changing from a Lecture-Based Format to a Team Learning /Project-Driven Format: Lessons Learned, *Proceedings of the ASEE National Conference*, CDROM

Kolb, D. (1984), *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall

Race, P. (1999), *Το Εγχειρίδιο της Ανοιχτής Εκπαίδευσης*, Αθήνα: Μεταίχμιο

Rogers, J. (1977), *Adults Learning*, The Open University Press

Tsoukalas, L.H. (1996), *Fuzzy and Neural Approaches in Engineering*, John Wiley & Sons, Inc.

Χατζηλεοντιάδου, Σ. (2000), Ανάπτυξη Συνεργατικού Περιβάλλοντος σε Σύστημα εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης, Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου *Πληροφορική και Εκπαίδευση,* Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Θ., Θεσσαλονίκη: CDROM

Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy Sets, *Information and Control*, 8, 338-353