

Αξιολόγηση Υπηρεσιών Βιβλιοθηκών μέσω Τεχνικού Νευρωνικού Δικτύου

Βασιλεία Θυμιάκου^α, Σπυριδούλα Καλαμπόκη^α, Φωτεινή Καργιώτη^α,
Αλεξάνδρα Τσιγλάκη^α & Μάριος Πούλος^{α,β}

^αΤμήμα Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας,
Σχολή Επιστήμη της Πληροφορίας & Πληροφορικής, Ιόνιο Πανεπιστήμιο, mpoulos@ionio.gr

Περίληψη

Σκοπός της επικείμενης εργασίας είναι η δημιουργία ενός συστήματος αξιολόγησης βιβλιοθηκών, το οποίο χρησιμοποιείται με σκοπό τη μέτρηση/κατάταξη της αποδοτικότητας των λειτουργιών μιας βιβλιοθήκης. Οι παρακάτω μετρήσεις έγιναν με βάση τους καθιερωμένους δείκτες της ΜΟΠΑΒ. Καταλήξαμε στους εν λόγω δείκτες, τους οποίους θα εξετάσουμε και στους οποίους θα βασίσουμε την έρευνα λόγω των χαρακτηριστικών που παρουσιάζουν. Αρχικά, πρόκειται για τους πιο αντιπροσωπευτικούς δείκτες για την αξιολόγηση μιας βιβλιοθήκης, καθώς οι δείκτες αυτοί αφορούν όλα τα είδη των βιβλιοθηκών και όχι μόνο τις ειδικές ή κάποιο συγκεκριμένο είδος. Πέρα από τη συχνότητα με την οποία τους συναντάμε, σημαντικός λόγος για την επιλογή τους ήταν πως αφορούν δείκτες υπηρεσιών που σχεδόν όλες οι βιβλιοθήκες έχουν· επίσης, αφορούν τις δύο από τις τρεις κύριες λειτουργίες μιας βιβλιοθήκης (πρόσκτηση και δανεισμό) και επιπλέον είναι ευκατανόητοι και εύκολα επεξεργάσιμοι για την εξαγωγή αποτελεσμάτων. Τα αποτελέσματα από την εκάστοτε επεξεργασία και κρίση είναι έγκυρα και αξιόλογα, ενώ αυτονόητο είναι ότι δεν υπάρχει κόστος για την εξαγωγή τους και δεν απαιτείται κάποιο συγκεκριμένο εργαλείο. Τα κριτήρια είναι καταρχήν υποκειμενικά, αλλά η ανάλυση και η αξιολόγηση γίνεται με αντικειμενικότητα. Για τη δημιουργία του συστήματος αξιολόγησης βιβλιοθηκών βασιστήκαμε στη μάθηση με επίβλεψη με τη βοήθεια ενός νευρωνικού δικτύου.

© 2015 Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

Λέξεις-κλειδιά: υπηρεσίες βιβλιοθηκών, δείκτες αξιολόγησης, νευρωνικό δίκτυο, μηχανή μάθησης, εικονικό περιβάλλον

doi:

Abstract

The purpose of the upcoming paper is to create a library evaluation system, which is used to measure/classify the efficiency of a library's functions. The measurements were based on the established indicators from MOPAB. We ended up to those indicators that we are going to study and base our research due to the characteristics they represent. Firstly, it has to do with the most representative indicators for a library's evaluation, as those indicators represent all types of libraries and not just a particular type. A very important reason for their choice was that the abovementioned indicators concern services that all libraries include. The results of its process are accurate while there is no additional cost for their extraction or a specific tool. Furthermore, the criteria are subjective in principle, but both the analysis and the assessment are objective. To create a library evaluation system we were based on learning supervision with the assistance of a neural network.

© 2015 Hellenic Academic Libraries Link

Keywords: library services, evaluation indicators, neural network, learning machine, simulation

1. Εισαγωγή

Το παρόν άρθρο φιλοδοξεί να πραγματοποιήσει μια έρευνα αξιολόγησης με σκοπό την αξιολόγηση των τρόπων με τους οποίους οι νέες τεχνολογίες έχουν μεταβάλλει τις ακαδημαϊκές βιβλιοθήκες. Σήμερα, οι δραστηριότητες και οι υπηρεσίες που προσφέρουν οι συμβατικές βιβλιοθήκες δεν καλύπτουν τις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας της πληροφορίας, καθώς και τις ανάγκες για παροχή πληροφοριών. Αναπτύσσονται σύγχρονες υπηρεσίες για την ενσωμάτωση νέων μορφών επιστημονικής επικοινωνίας με τις νεο-αναπτυσσόμενες βιβλιοθήκες. Επιπλέον, οι σύγχρονες βιβλιοθήκες διευκολύνουν τη διαδικασία για τον εντοπισμό, την αξιολόγηση, τη συγκέντρωση και την οργάνωση της πληροφορίας και επιπροσθέτως αξιολογούν την επίδραση της πληροφορίας σε όλες της σφαίρες της ακαδημαϊκής ζωής συμπεριλαμβανομένης της διδασκαλίας, της έρευνας και της μάθησης. Για τους προαναφερθέντες λόγους, η αξιολόγηση των λειτουργιών και των υπηρεσιών μιας βιβλιοθήκης καθίσταται απαραίτητη (Weiner, 2005). Οι σύγχρονες πρακτικές, κάνουν αναφορά σε δύο συμπληρωματικές τάσεις: την «ποιότητα» και την «αποτελεσματικότητα» (Weiner, 2005). Η πρώτη, επικεντρώνεται στον αριθμό των εμπλεκόμενων ειδικών, τα στοιχεία για τις δαπάνες της βιβλιοθήκης καθώς και τις συνολικές εγγραφές που διαθέτει η βιβλιοθήκη Stubbs (1980), Whitmire (2002). Η δεύτερη πρακτική, επικεντρώνεται στα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών της βιβλιοθήκης, όπως αυτά αντανακλούν στους χρήστες της (Orr, 1993). Υπάρχουν ποικίλες στατιστικές μέθοδοι για την αξιολόγηση μιας βιβλιοθήκης. Παρ' όλα αυτά, όμως δεν υπάρχει μια μοναδική μέθοδος που να αξιολογεί και τις δύο τάσεις μαζί (Pritchard, 1996; Poll, 2007). Οι λόγοι έλλειψης μιας ενιαίας μεθόδου μέτρησης των δεικτών οι οποίοι προέρχονται από τις προαναφερόμενες τάσεις οφείλονται στην έλλειψη συσχετισμού των δεικτών στο πλαίσιο των εν λόγω ανεξάρτητων παραλλαγών (Joreskog & Goldberger, 1975). Οποιαδήποτε προσπάθεια ή/και καθορισμός ανάμεσα στα βάρη θα οδηγούσε, αναμφισβήτητα, σε μια υποκειμενική πρακτική. Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση συμβατών ή ψηφιακών βιβλιοθηκών, όπως: TOM, EFOM, SERVQUAL and LibQUAL. Η κοινή τάση στην πρακτική της διαχείρισης ποιότητας σύμφωνα με όλες αυτές τις μεθόδους είναι η μέτρηση της απόδοσης των βιβλιοθηκών, συμβατικών ή ψηφιακών σε αριθμούς (Garibay, Gutierrez & Figueroa, 2010). Εδώ προτείνουμε μια διαφορετική προσέγγιση, η οποία μοιράζεται την ίδια πρόθεση για τη μέτρηση των επιδόσεων σε αριθμούς.

1.2 Σκοποί και στόχοι

Σκοπός της μελέτης, είναι να καθορίσει ένα θεωρητικό μοντέλο για τον συνδυασμό όλων των επιμέρους δεικτών αξιολόγησης σε ένα μόνο αριθμό. Οι κανόνες που διέπουν ένα τέτοιο συνδυασμό ορίζονται από έναν ειδικό, ο οποίος είναι διεθνώς αναγνωρισμένος και σεβαστός στον τομέα της Βιβλιοθηκονομίας. Το εργαλείο που προτείνεται για την επίτευξη ενός τέτοιου στόχου είναι ένα καλά εξοπλισμένο Τεχνητό Νευρωνικό Δίκτυο (ΤΝΔ), το οποίο θα αναλάβει να διαμορφώσει τις σχέσεις στάθμισης μεταξύ των δεικτών, σύμφωνα με την κατάταξη που έχει υποδείξει ο ειδικός. Η βασική πρόκληση αυτής της μοντελοποίησης είναι ότι κάθε είσοδος επιμέρους δεικτών αξιολόγησης θα δημιουργήσει μια συνολική τιμή για την αξιολόγηση της βιβλιοθήκης, η οποία θα βασίζεται στη γνώμη του ειδικού. Επιπλέον, είναι γνωστό ότι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα μετρούν την απόδοση ενός συστήματος αξιολόγησης σε αριθμούς, Ho κ.α. (2010), πράγμα που έρχεται σε απόλυτη συμφωνία με την προαναφερθείσα πρόθεση, για τη μέτρηση της απόδοσης σε αριθμούς. Ο στόχος αυτού το άρθρου, είναι να συγκεντρώσει γνώμες διαφόρων ειδικών προκειμένου να αξιολογηθούν με τη βοήθεια ενός Τεχνητού Νευρωνικού Δικτύου (ΤΝΔ). Προς αυτό το σκοπό επιλέχτηκε ένα τύπου Elman αρχιτεκτονικής νευρωνικό δίκτυο γιατί σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Güler, κ α. 2005, Poulos κ . 2010) κρίθηκε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συστήματα αξιολόγησης ικανοποιητικά .

Η παρούσα εργασία θεωρείται ως μια συνέχεια της εργασίας των Papavlasopoulos και Poulos (2012) η οποία είχε δημοσιευτεί στο Emerald και αποτελεί μια θεωρητική προσέγγιση του θέματος αυτού. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν η μεθοδολογία και ο τρόπος που χρησιμοποιήσαμε για να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο συνολικής αξιολόγησης των υπηρεσιών των βιβλιοθηκών με τη βοήθεια υποκειμενικών και αντικειμενικών στρατηγικών για συνολική αποτίμηση. Το παρόν άρθρο διαρθρώνεται σε τρία μέρη. Αρχικά παρουσιάζεται η μεθοδολογία (Ενότητα 2) η οποία απαρτίζεται από δύο βήματα: η ποσοτικοποίηση των δεικτών και ταξινόμηση χρησιμοποιώντας εμπειρική γνώση ειδικού (Ενότητα 2.1) και η κατασκευή Elman ΤΝΔ (Ενότητα 2.2). Στη συνέχεια αναλύεται το πειραματικό μέρος (Ενότητα 3), το οποίο αφορά τον τρόπο με τον οποίο εκπαιδεύτηκε το νευρωνικό δίκτυο (Ενότητα 3.1) και την εκπαίδευσή του στην πράξη (Ενότητα 3.2). Τέλος, αναφέρονται τα συμπεράσματα και οι μελλοντικές επιδιώξεις (Ενότητα 4).

2. Μεθοδολογία

Η τρέχουσα ενότητα περιγράφει το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηριχθήκαμε για να υλοποιήσουμε το πρακτικό μέρος της επόμενης ενότητας. Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 1, οι δείκτες της ΜΟΠΑΒ αποτέλεσαν τη βάση από την οποία επιλέξαμε τους 13 δείκτες αξιολόγησης των υπηρεσιών των βιβλιοθηκών από τους συνολικά 43 δείκτες, και αυτό γιατί είναι η μόνη διαθέσιμη πηγή για τα σχετικά δεδομένα πάνω στην αξιολόγηση των βιβλιοθηκών στην Ελλάδα (Paranlasopoulos και Roulos, 2012). Στη συνέχεια ακολουθεί η ταξινόμηση χρησιμοποιώντας εμπειρική γνώση ειδικού και τέλος, η ανάλυση της κατασκευής του Elman ΤΝΔ.

2.1 Ποσοτικοποίηση των δεικτών και ταξινόμηση χρησιμοποιώντας εμπειρική γνώση ειδικού

Η επιλογή των δεικτών βασίστηκε σε υποκειμενικά κριτήρια των experts με σκοπό όσο το δυνατό πιο αντικειμενικά αποτελέσματα. Οι ειδικοί είναι άτομα με εμπειρία σε συναφή ή παρεμφερή τομέα μ' αυτόν στον οποίο μελετάται η προβληματική κατάσταση. Μπορούμε να αναγνωρίσουμε τους ειδικούς από τη σχέση που έχουν με ένα σχετικό βιβλιοθηκονομικό θέμα ή μια δραστηριότητα και το ενδιαφέρον τους για το πρόβλημα (Glushkov, 1969).

Σ' αυτό το στάδιο, χρησιμοποιήσαμε την τεχνική έμμεσης απάντησης που συνήθως χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της γνώμης του ειδικού. Στο στάδιο της τεχνικής έμμεσης απάντησης, η αξιολόγηση πραγματοποιείται από τον ειδικό, ο οποίος εκτιμά τη μέση τιμή ή ένα σημείο πιθανότητας για έναν καθορισμένο αριθμό πιθανοτήτων, ο οποίος εκφράζει τις απόψεις σχετικά με τη χρήση της πυκνότητας του σημείου ενδιαφέροντος που στην προκείμενη περίπτωση αφορά μία συγκεκριμένη υπηρεσία Βιβλιοθήκης (βλ. *Πίνακας 1*).

1	Διείσδυση αγοράς στον πληθυσμό της βιβλιοθήκης
2	Ποιότητα και χρήση συλλογής
3	Χρήση ηλεκτρονικών υπηρεσιών/e- υπηρεσίες
4	Ποιότητα καταλόγου
5	Διαθεσιμότητα υλικού
6	Υλικοτεχνική χρήση
7	Προσωπικό και ποιότητα των υπηρεσιών πληροφόρησης/ πληροφοριακές υπηρεσίες
8	Εκπαίδευση και υποστήριξη χρηστών

Πίνακας 1

Παρ' όλα αυτά, η τεχνική αυτή εισάγει πολλές υποκειμενικές αποφάσεις εκ μέρους του ειδικού· σε ποιον βαθμό μπορεί η κρίση ενός ειδικού να είναι έγκυρη για την ερμηνεία των σχέσεων μεταξύ των καθορισμένων δεικτών που χρησιμοποιούνται από τη ΜΟΠΑΒ. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την απλοποίηση του μοντέλου αυτού ήταν ο διαχωρισμός των δεικτών σε κατηγορίες. Για τον σκοπό αυτό υιοθετήθηκε ένας αριθμός δεικτών αξιολόγησης από τη ΜΟΠΑΒ που καλύπτει κυρίως υπηρεσίες καταλογογράφησης και δανεισμού (βλ. *Πίνακας 2*).

	Επιλεγμένοι δείκτες ΜΟΠΑΒ	
P32	Ποσοστό ενεργών εγγεγραμμένων χρηστών (Μελών της Ακαδημαϊκής Κοινότητας) της Βιβλιοθήκης επί του Συνολικού Πληθυσμού	(D2.2/D1)*100
P33	Χρήση συλλογής βιβλίων	D3/D4
P34	Δανεισμοί υλικού συλλογής κατά κεφαλή	D3/D1
P36	Αριθμός τεκμηρίων συλλογής Βιβλιοθήκης κατά κεφαλή	D5/D1

P31	Εικονικές επισκέψεις (visit –sessions) του Web site της Βιβλιοθήκης μηνιαίως	D11/D12
P47	Ωρες ημερήσιας λειτουργίας της Βιβλιοθήκης	P47=D20
P48	Διαθέσιμος κατά κεφαλή χώρος Βιβλιοθήκης σε m2	D21/D1
P49	Διαθέσιμες θέσεις αναγνωστηρίου για τους χρήστες στους χώρους της Βιβλιοθήκης κατά κεφαλή	D22/D1
P51	Προσωπικό κατά κεφαλή	D24/D1
P50	Διαθέσιμες θέσεις εργασίας σε Η/Υ για τους χρήστες στους χώρους της	D23/D1
P4	Βιβλιοθηκονόμοι/άριοι ως προς το διοικητικό προσωπικό της Βιβλιοθήκης	D25/D26
P16	Ποσοστό δαπανών βιβλιοδεσίας επί τις συνολικές λειτουργικές δαπάνες	(D36/D37)*100
P64	Συνολικές δαπάνες Βιβλιοθήκης κατά κεφαλή.	D39/D1

Πίνακας 2

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 2, οι δείκτες εξαρτώνται από έναν αριθμό δεικτών που ονομάζονται D. Συγκεκριμένα, η επεξήγηση των δεικτών αυτών δίνεται στον Πίνακα 5.

Σύμφωνα με τα παραπάνω μπορούμε να καταλήξουμε υιοθετώντας το μοντέλο (Shim, 2003), ότι οι παραπάνω δείκτες (βλ. **Πίνακας 2**) μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες (εισροών και εκροών). Μ’ αυτόν τον τρόπο προτείνεται ο ειδικός να αξιολογήσει υποκειμενικά το επιλεγμένο σύνολο (σετ) των δεικτών σύμφωνα με τις παρακάτω συσχετίσεις, οι οποίες δίνονται από την εξίσωση (1):

$$\max h_0 = \frac{\sum_r \mu_r P_{rjo}}{\sum_i \nu_i P_{ijo}} \quad (1)$$

Όπου: μ_r αντιπροσωπεύει ένα σύνολο βαρών για την έξοδο, ν_i ένα σύνολο βαρών για την είσοδο και P είναι το διάνυσμα που αντιπροσωπεύει το σύνολο εισόδου (r) και το σύνολο (i) των κανονικοποιημένων δεικτών (P) (βλ. **Πίνακας 2**).

$h_0 \# 1$, όπου το n είναι ο συνολικός αριθμός των δεικτών P.

Πιο συγκεκριμένα, όπως περιγράφηκε παραπάνω, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η σημαντικότητα των σχέσεων μεταξύ των δεικτών είναι προϊόν διανοητικών διεργασιών που λειτουργούν ταυτοχρόνως. Έτσι, ο εμπειρογνώμονας χρησιμοποιεί τις πεποιθήσεις/στάσεις/εμπειρίες του για να επιδείξει μια μη γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δεικτών, όπου η εξίσωση 1 αποτυγχάνει. Έτσι, η εξίσωση 1 μετατρέπεται σε εξίσωση (2).

$$h_0 = \frac{\text{Συνολικός Βαθμός από Εισερχόμενες Υπηρεσίες}}{\text{Συνολικός Βαθμός από Εξερχόμενες Υπηρεσίες}} \quad (2)$$

Η εξίσωση 2 εφαρμόζεται από τον ειδικό με σκοπό να παράγει μια ολιστική αξιολόγηση των υπηρεσιών της βιβλιοθήκης υπολογίζοντας την αποδοτικότητα από το κλάσμα της εξίσωσης 1.

Στη συνέχεια, προτείνεται ο ειδικός να ταξινομήσει τους δείκτες του Πίνακα 2 σε κάθε στήλη, σύμφωνα με την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητά τους. Στη συνέχεια, ο ειδικός συμπληρώνει τους δείκτες του τελικού ερωτηματολογίου, το οποίο βασίζεται σε δύο συνιστώσες: τους δείκτες εισόδου και εξόδου, οι οποίοι τοποθετούνται σε διάταξη (S/N). Η αξιολόγηση των υπηρεσιών βιβλιοθήκης σε σχέση με την απόδοση ξεκινά με τον εμπειρικό υπολογισμό της εξίσωσης (2).

Υιοθετήσαμε αυτή τη σειρά καθώς κρίναμε ότι ο παρονομαστής είναι πιο σημαντικός από τον αριθμητή. Ο τίτλος κάθε στήλης, αντιπροσωπεύει την κατηγορία της τελικής αξιολόγησης των πιθανών τιμών που δίνεται από τον ειδικό.

Η αποτελεσματικότητα της βιβλιοθήκης αξιολογείται από την αξιολόγηση των διαφορών μεταξύ της βαθμολογίας απόδοσης της βιβλιοθήκης και των στόχων που έχουν καθοριστεί από την ίδια τη βιβλιοθήκη και επιτυγχάνονται από το προσωπικό της.

Για να επιτευχθούν, σύμφωνα με τους ειδικούς, μέγιστες τιμές, η αποδοτικότητα πρέπει να προσεγγίζει την τιμή 1 και η αποτελεσματικότητα την τιμή 0. Στη συνέχεια, ένας ειδικός αξιολογεί την ποιότητα των υπηρεσιών μιας βιβλιοθήκης, βασιζόμενος στις μετρήσεις, οι οποίες έχουν τεκμηριωθεί από το σύστημα (αποτελεσματικότητα/αποδοτικότητα). Ο ειδικός, που κρίνει το ποσοστό επιτυχίας των υπηρεσιών της βιβλιοθήκης μεμονωμένα, καλείται να επιλέξει από τα τεταρτημόρια των παρακάτω πινάκων την πιο αντιπροσωπευτική βαθμολογία με σκοπό να αξιολογήσει ολιστικά ολόκληρο το σύστημα της βιβλιοθήκης. Οι τιμές που μπορεί να επιλέξει, είναι: A (Καλή σε όλους τους τομείς), B (Αποτελεσματική διαχείριση αλλά για ασήμαντα αποτελέσματα), C (Αποδοτική αλλά εξαιρετικά δαπανηρή) ή D (Προβληματικές, χαμηλές επιδόσεις) (βλ. **Πίνακας 3**). Στη συνέχεια, για περαιτέρω απλοποίηση του Πίνακα 4 η κατηγορία B και C μπορεί να ενσωματωθεί σε μία κατηγορία (μέτρια), άρα στη δική μας περίπτωση ο Πίνακας 3 τροποποιείται στον Πίνακα 4.

Χαμηλή αποδοτικότητα	Υψηλή αποτελεσματικότητα		Υψηλή αποδοτικότητα
	B	A	
	D	C	
	Χαμηλή αποτελεσματικότητα		

Πίνακας 3

Χαμηλή αποδοτικότητα	Υψηλή αποτελεσματικότητα		Υψηλή αποδοτικότητα
	Μέτρια	Άριστη	
	Αδύναμη	Μέτρια	
	Χαμηλή αποτελεσματικότητα		

Πίνακας 4

Ένα άλλο πρόβλημα που συνήθως συναντιέται σε θέματα αξιολόγησης είναι η εύρεση τιμών των δεικτών από βιβλιοθήκες. Το πρόβλημα αυτό θεωρείται πολύ σοβαρό για τρεις λόγους. Ο πρώτος λόγος είναι η δυσκολία εύρεσης των τιμών αυτών από υφιστάμενες βιβλιοθήκες. Ο δεύτερος λόγος εστιάζεται στο ότι η κάθε βιβλιοθήκη παρουσιάζει μια ξεχωριστή φυσιογνωμία, κατά συνέπεια το στατιστικό δείγμα από συλλογή ολιγάριθμων βιβλιοθηκών σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να χαρακτηριστεί αντιπροσωπευτικό. Τέλος, ο τρίτος λόγος επικεντρώνεται σε θέματα υποκειμενικότητας, αφού η συλλογή στοιχείων μιας συγκεκριμένης βιβλιοθήκης αυτόματα εγείρει ζητήματα αντικειμενικότητας. Η λύση του προβλήματος επιτυγχάνεται μέσω μιας γεννήτριας τιμών δεικτών βασισμένη στη μέθοδο Monte Carlo (Papavasopoulos & Poulos, 2012), κατά την οποία, η επιλεγόμενη ομάδα δεικτών μπορεί να δεχθεί εύρος τιμών σύμφωνα με τον αλγόριθμο “rho-shaped” (Pollard, 1978; Axler 2009).

Οι 13 δείκτες που επιλέχθηκαν (βλ. **Πίνακας 2**) αφορούν τις 2 από τις τρεις κύριες λειτουργίες μιας βιβλιοθήκης (πρόσκτηση και δανεισμό), λειτουργίες που απαντώνται στα περισσότερα είδη βιβλιοθήκης. Σημαντικά χαρακτηριστικά των δεικτών αυτών σε σχέση με τους υπόλοιπους είναι: η αντιπροσωπευτικότητα ως προς την αξιολόγηση, η ευκολία κατά την επεξεργασία τους για την εξαγωγή αποτελεσμάτων, η ευκολία στην κατανόηση, η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων από την επεξεργασία τους και, τέλος, το μηδαμινό κόστος και η μη χρήση κάποιου ειδικού εργαλείου για την εξαγωγή τους (βλ. **Πίνακας 2**).

Οι δείκτες αξιολόγησης της ΜΟΠΑΒ προκύπτουν από τον συνδυασμό στατιστικών στοιχείων (δηλαδή τους δείκτες D) οι οποίοι αντιστοιχούν σε ορισμένα χαρακτηριστικά των υπηρεσιών της βιβλιοθήκης (βλ. **Πίνακας 2**). Γι' αυτόν τον λόγο κάνουμε κάποιες παραδοχές, χρησιμοποιώντας κάποιες σταθερές, οι οποίες βρίσκονται στους δείκτες της ΜΟΠΑΒ ως παρανομαστές, για να έχουμε μία αξιολογη μέτρηση με σκοπό την ποσοτικοποίηση.

D1	Συνολικός πληθυσμός ιδρύματος/σχολής/τμήματος που εξυπηρετεί η βιβλιοθήκη	Εκροή/Percentage of people using the library services in total
D2.2	Συνολικός αριθμός ενεργών εγγεγραμμένων χρηστών-μελών της ακαδημαϊκής κοινότητας της βιβλιοθήκης	Εκροή/Percentage of active registered library users (members of the academic community) out of the total population
D3	Αριθμός δανεισμών κατά τη διάρκεια ενός έτους	
D4	Μέγεθος δανειστικής συλλογής της βιβλιοθήκης	Εισροή
D5	Μέγεθος συλλογής της βιβλιοθήκης	
D11	Εικονικές επισκέψεις του web site της βιβλιοθήκης από απομακρυσμένους χρήστες	Εκροή/Virtual visits – sessions of the library web site per month
D12	Εικονικές προσβάσεις κατά ηλεκτρονική υπηρεσία της βιβλιοθήκης	Εκροή/ Virtual accesses – log ins by each e-service (n) per month
D21	Συνολικό εμβαδόν της βιβλιοθήκης σε m ²	Εισροή/Available library space per capita (m2)
D20	Σύνολο ωρών ημερήσιας λειτουργίας της βιβλιοθήκης	Εκροή/Daily library hours
D22	Διαθέσιμες θέσεις αναγνωστηρίου για τους χρήστες στους χώρους της βιβλιοθήκης	Εισροή/Available reading room seats for users within the library area per capita
D23	Διαθέσιμες θέσεις εργασίας σε Η/Υ για τους χρήστες	Εισροή/Available PC seats for users within the library area per capita
D24	Προσωπικό της βιβλιοθήκης	Εισροή/ Staff member per user
D25	Αριθμός βιβλιοθηκονόμων	
D26	Διοικητικό προσωπικό βιβλιοθήκης	
D36	Δαπάνες βιβλιοδεσίας	
D37	Συνολικές λειτουργικές δαπάνες βιβλιοθήκης	
D39	Συνολικές δαπάνες βιβλιοθήκης	

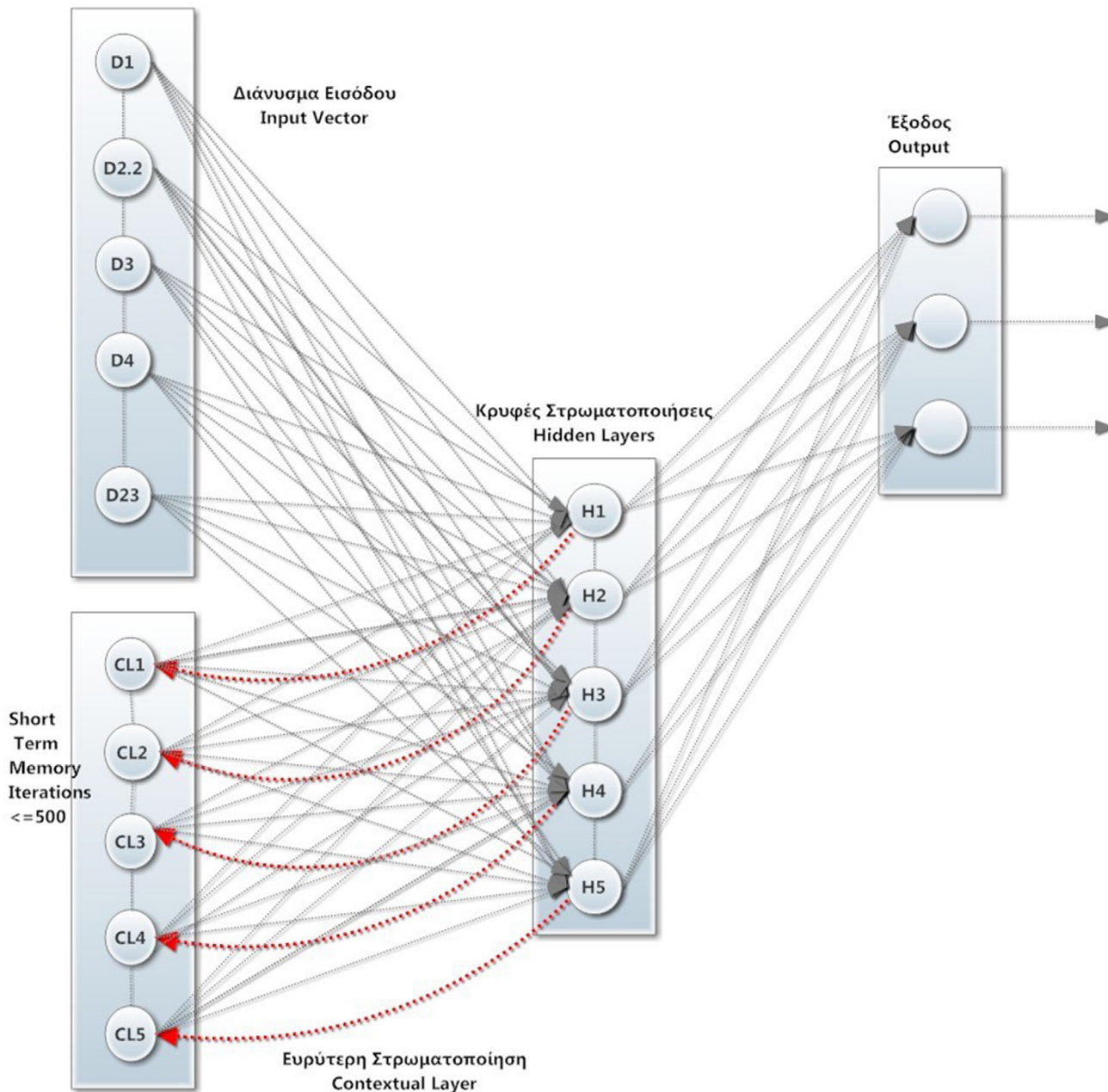
Πίνακας 5

2.2 Κατασκευή Elman Τεχνικού Νευρωνικού Δικτύου (ΤΝΔ)

Στη προηγούμενη ενότητα περιγράφηκαν δύο διαδικασίες. Η πρώτη διαδικασία αφορά την επιλογή των 13 δεικτών και η δεύτερη αφορά τη διαδικασία κατάταξης από τον ειδικό στις 3 κατηγορίες σύμφωνα με τον Πίνακα 4.

Για την υλοποίηση της μεθόδου χρησιμοποιήθηκε ως αρχιτεκτονική Νευρωνικό Δίκτυο τύπου Elman. Το νευρωνικό δίκτυο (ή δίκτυο Elman) αποτελείται από ένα κρυφό στρώμα (5) πέντε νευρώνων του οποίου η έξοδος συνδέεται αναδραστικά με τις ευρύτερες μονάδες πλαισίου (Contextual Layer), ένα επιπλέον στρώμα νευρώνων το οποίο αποτελείται από μονάδες καθυστέρησης (βλ. **Εικόνα 1**). Οι ευρύτερες μονάδες πλαισίου αποθηκεύουν τις εξόδους των νευρώνων του κρυφού στρώματος για ένα τμήμα υπολογισμών του αναδραστικού

νευρωνικού δικτύου σε μία Short Term Memory (STM) διαδικασία. Η διαδικασία αυτή θεωρείται κρίσιμη, γιατί το νευρωνικό δίκτυο θα πρέπει να διαθέτει μνήμη ώστε να έχει και την ικανότητα να επεξεργαστεί τα συγκεκριμένα δεδομένα. Το κρυφό στρώμα (Hidden Layers) τροφοδοτεί, τέλος, τους νευρώνες εξόδου. Οι νευρώνες που ανατροφοδοτούν το κρυφό στρώμα ανακυκλώνοντας πληροφορίες μέσα στο δίκτυο με την πάροδο του χρόνου. Έτσι, δημιουργείται μία εσωτερική μνήμη η οποία, όπως ειπώθηκε προηγούμενα, εξαρτάται από 2 παραμετροποιήσεις, τη χρονική υστέρηση (στην περίπτωση μας ορίζεται 0.01) και τον αριθμό των επαναλήψεων ανακύκλωσης (διαδικασία εκμάθησης) που ορίζεται στις 500 επαναλήψεις.



Εικόνα 1. Ένα Elman TNA με τρεις κατηγορίες ταξινόμησης των διανυσμάτων εξόδου.

Στην παρούσα εργασία θεωρείται ότι οι επεξεργασμένοι $N=13$ δείκτες αξιολόγησης είναι το κάτωθι εκπαιδευτικό διάνυσμα εισόδου:

$$\mathbf{x} = \{x_1, x_2, \dots, x_N\} \tag{3}$$

Κατά την εκπαίδευση του LVQ υπολογίζουμε την Ευκλείδεια απόσταση d_i του διανύσματος εισόδου x από το διάνυσμα βαρών w_i του i κρυφού επιπέδου ως εξής:

$$d_i = \|x - w\| = \sqrt{(x_1 - w_1)^2 + (x_2 - w_2)^2 + \dots + (x_N - w_N)^2} \quad (4)$$

Μ' αυτόν τον τρόπο επιλέγεται ο TN που έχει τη μικρότερη απόσταση από το διάνυσμα εισόδου. Αν ο «νικητής» ανήκει στη σωστή κατηγορία ταξινόμησης, τότε κάθε εισερχόμενο σ' αυτόν βάρος ενδυναμώνεται σύμφωνα με τον εξής κανόνα:

$$w'_{ij} = w_{ij} + \alpha * (x_j - w_{ij}) \quad (5)$$

Στην παρούσα εργασία θεωρείται ότι οι επεξεργασμένοι $N=13$ δείκτες αξιολόγησης είναι το κάτωθι εκπαιδευτικό διάνυσμα εισόδου:

$$w'_{ij} = w_{ij} - \alpha * (x_j - w_{ij}) \quad (6)$$

Η διαδικασία που περιγράφεται από την εξίσωση 31 ονομάζεται «απόκρουση» (repulsion). Στο σημείο αυτό μπορεί να παρατηρήσουμε ότι αν το διάνυσμα των βαρών κάποιου TN τύχει να βρεθεί, στην αρχή της διαδικασίας εκπαίδευσης, κοντά στο διάνυσμα εισόδου, τότε αυτός ο TN επιλέγεται πιο συχνά από τους άλλους TN, επειδή τα διανύσματα των βαρών των άλλων TN βρίσκονται πιο μακριά από τα διανύσματα εισόδου και, κατά συνέπεια, αδρανούν.

Για καλύτερη κατανόηση της αρχιτεκτονικής του Elman TND περιγράφεται ένα μοντέλο (2 x 13) (βλ. *Εικόνα 1*). Συγκεκριμένα, το προαναφερόμενο Elman αποτελείται από τα διανύσματα εισόδου [p(1), p(2)] διαστάσεως (2 x 13) και δύο κατηγορίες ταξινόμησης των διανυσμάτων εξόδου [a2(1), a2(2)]. Η βασική αρχιτεκτονική του συγκεκριμένου Elman αποτελείται από δύο επίπεδα νευρώνων, ένα ανταγωνιστικό επίπεδο, και ένα γραμμικό επίπεδο. Οι ανταγωνιστικοί νευρώνες κατηγοριοποιούν τα διανύσματα εισόδου σε υποκατηγορίες, ενώ το γραμμικό επίπεδο ομαδοποιεί τις υποκατηγορίες στις αντίστοιχες κλάσεις εξόδου.

3. Πειραματική Διαδικασία

Για την υλοποίηση της πειραματικής διαδικασίας έλαβε χώρα μια διαδικασία προσομοίωσης δημιουργίας εικονικών βιβλιοθηκών και των αντίστοιχων εικονικών τιμών τους, με σκοπό την κατηγοριοποίηση και ένταξη σε κάποια από τις ομάδες που δημιουργήσαμε. Η σωστή και ικανοποιητική διεξαγωγή των αποτελεσμάτων θα επιβεβαίωνε την ορθή εκπαίδευση του συστήματος και την αποτελεσματικότητά του στην έγκυρη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Στο μέρος 3.1 που ακολουθεί παρουσιάζεται η ποσοτικοποίηση των δεικτών, ακολούθως στο 3.2 αναλύεται η εμπειρική αξιολόγηση δεικτών μέσω ειδικού. Τέλος, στο 3.3, περιγράφεται η κατασκευή και αξιοποίηση του νευρωνικού δικτύου από το προσωπικό της βιβλιοθήκης. Προς τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν (30) τριάντα σετ δεικτών αξιολόγησης όπως αναφέρεται στην ενότητα 2.1 και δημιουργήθηκαν (13) εικονικές τιμές δεικτών ανά σετ, σύμφωνα με την ενότητα 2.1, ενώ λεπτομέρειες σχετικά με την ποσοτικοποίηση αυτή, όπως η ο τρόπος κατάταξης από τον ειδικό, δίνονται στις ενότητες 3.1 και 3.2.

3.1 Ποσοτικοποίηση των δεικτών

Αποφασίσαμε να δημιουργήσουμε 3 κατηγορίες βιβλιοθηκών με σκοπό να καταταγεί κάθε βιβλιοθήκη στην αντίστοιχη κατηγορία, βάσει των ενδεικτικών τιμών που θέσαμε για κάθε κατηγορία: άριστη (high), μέτρια (good), αδύναμη (low). Η πρώτη κατηγορία, αφορά τις βιβλιοθήκες εκείνες όπου οι δείκτες -είτε όλοι είτε η πλειοψηφία τους- αγγίζουν ή και φτάνουν το τέλειο αποτέλεσμα. Η δεύτερη κατηγορία αφορά εκείνες που φέρουν πολύ καλά αποτελέσματα, ενώ, αντίστοιχα, η τρίτη αφορά βιβλιοθήκες με χαμηλές τιμές στην απόδοσή τους. Στον παρακάτω Πίνακα 6 αναλύονται τα εύρη των τιμών που παίρνουν οι δείκτες D από τους οποίους προκύπτουν οι δείκτες αξιολόγησης των βιβλιοθηκών (P). Οι τιμές που εμφανίζονται με αστεράκι αποτελούν παρανομαστές των κλασμάτων και γι' αυτόν τον λόγο οι τιμές του παραμένουν σταθερές (π.χ. P34=D3/D1).

Δείκτες	ΑΡΙΣΤΗ (HIGH)	ΜΕΤΡΙΑ (GOOD)	ΑΔΥΝΑΜΗ (LOW)
D1	10*	10*	10*
D11	1 (1- 0.3)	0.2 (0.2- 0.1)	0.1 (0.1- 0)
D12	10*	10*	10*
D20	24 (24- 11)	10 (10-7)	6 (6-0)
D21	0.4 (0- 0.4)	0.5 (0.5- 0.6)	0.7 (0,7- 1)
D22	0,4 (0- 0.4)	0,5 (0.5- 0.6)	0.7 (0,7- 1)
D23	1 (1- 0.6)	0.5 (0.5- 0.3)	0.2 (0.2- 0)
D24	0.3 (1- 0,3)	0.2 (0.2- 0.06)	0.05 (0.05- 0)
D25	0.15*	0.05*	0.0075*
D26	0.15*	0.15*	0.006375*
D3	1,00 (1- 0,60)	0.50 (0.50- 0.30)	0.2 (0.2- 0)
D37	0.1*	0.5 (0.5- 0,6)*	1 (0,7- 1)*
D39	0.1*	0.5 (0.5- 0,6)*	1(0,7- 1)*
D4	0.5*	0.3 (0.3- 0.2)*	0.1 (0.1- 0)*
D5	1.0 (1- 0,6)	0.5 (0.5- 0.30)	0.2 (0.20- 0)
D2.2	1.0 (1- 0,3)	0.2 (0.2- 0,1)	0.1 (0.01-0)
D36	0.1 (0- 0.3)	0.3 (0.4- 0,6)	0.7 (0.7- 1)

Πίνακας 6. Τα εύρη των τιμών των δεικτών D.

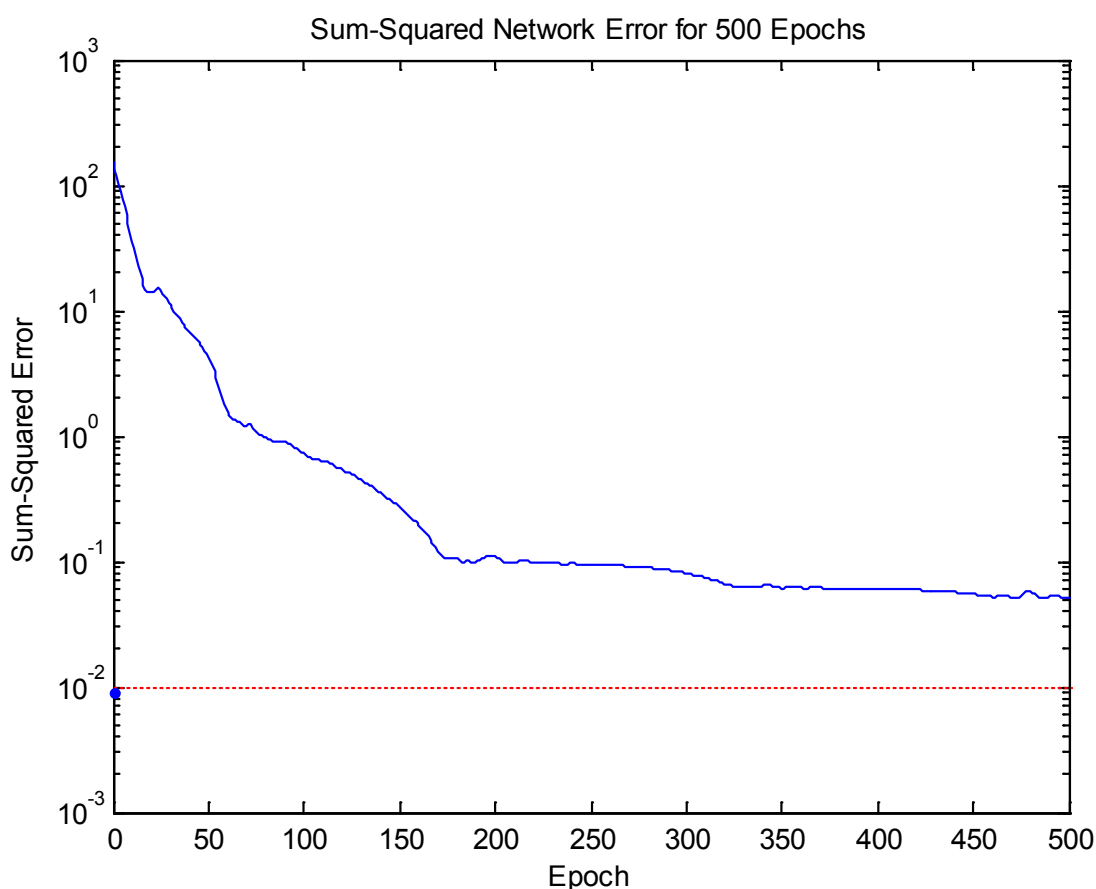
3.2 Εμπειρική Αξιολόγηση Δεικτών μέσω Ειδικού

Σύμφωνα με την ενότητα 2.1 κρατήσαμε σταθερές τις εξής παραμέτρους D: D1, D12, D25, D26, D37, D39, D4, για τον λόγο ότι αποτελούν παρονομαστές των κλασμάτων από τα οποία προκύπτουν οι αξιολογικοί δείκτες P. Αυτές οι παράμετροι παρέμειναν σταθερές για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο να προκύψει παρανομαστής 0 που είναι άτοπο. Οι τιμές διακυμαίνονται από 0-1, εκτός από το D20 που αφορά τις ώρες της ημέρας και διακυμαίνεται από 0-24 ώρες. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι ως άριστο το αποτέλεσμα θα καταλήγει είτε στο 0 είτε στο 1, ανάλογα με το τι αξιολογεί ο κάθε δείκτης. Παράδειγμα 1: ο δείκτης P48 προκύπτει από το κλάσμα D21/D1, όπου αποφασίστηκε το D21 να προέρχεται από τον όγκο της συλλογής / τον όγκο της βιβλιοθήκης. Παράδειγμα 2: ο δείκτης P31 προκύπτει από το κλάσμα D11/D12, όπου αποφασίστηκε ότι και το D11 και το D12 διαιρούνται με το D1 (δηλαδή με το σύνολο του πληθυσμού που έχει πρόσβαση στο διαδίκτυο). Παράδειγμα 3: στον δείκτη P51 ο οποίος προκύπτει από το κλάσμα D24/D1, αποφασίστηκε ότι ο D24 αποτελεί αποτέλεσμα επισκεπτών * 0,1 (δηλαδή κάθε δέκα άτομα εξυπηρετούνται από ένα άτομο). Επιπλέον, η παράμετρος του χώρου η οποία χρησιμοποιείται από τον δείκτη P49, δείχνει πόσος χώρος αναλογεί στο αναγνωστήριο λαμβάνοντας υπόψη τον χώρο που απαιτεί η συλλογή, καθώς και τον ελεύθερο χώρο ώστε να κινούνται το προσωπικό και οι επισκέπτες.

Στις προηγούμενες ενότητες αναπτύχθηκε η διαδικασία δημιουργίας αριθμητικών δεδομένων δεικτών προσομοίωσης. Προς τούτο, όπως εξηγήθηκε και παραπάνω, δημιουργήθηκαν 30 σετ δεικτών κατάλληλα διαμορφωμένα ώστε αυτά να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία της εκπαίδευσης και αξιολόγησης αξιοπιστίας ενός TNA. Ο σκοπός αυτής της διαδικασίας επικεντρώνεται στην εξαγωγή γνώσης μέσω της δημιουργίας βαρών των επιλεγμένων δεικτών μέσω της διαδικασίας εκπαίδευσης του TNA (Feng, 2008; Tong, Wang et Yu, 2009). Ο δε στόχος επιτυγχάνεται μέσω της αξιολόγησης του επιλεγμένου TNA, κατά την οποία το σύστημα βαρών δοκιμάζεται αν η πρόβλεψη κατάταξης (σε μία από τις τρεις κατηγορίες) ενός αγνώστου για το σύστημα διάγνωση είναι επιτυχής ή όχι.

3.2.1 Εκπαίδευση Νευρωνικού δικτύου

Το πρώτο στάδιο από τη συνολική διαδικασία είναι η εκπαίδευση του νευρωνικού δικτύου. Κατά το στάδιο αυτό δημιουργούμε τρεις κατηγορίες εισόδου (πολύ καλή -A , καλή-B , ανεπαρκής-μέτρια-C). Η κάθε είσοδος δέχεται 7 διανύσματα εισόδου διανυσμάτων (μεγέθους 1×13) που αντιστοιχούν στις κατηγορίες A, B, C (βλ. **Πίνακας 6**). Στη συνέχεια εκπαιδεύουμε τις τρεις κατηγορίες διανυσμάτων σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο χρησιμοποιούμε ένα κρυφό επίπεδο 5 νευρώνων (βλ. **Εικόνα 1**), κατά το οποίο δημιουργούνται βάρη πρώτου επιπέδου. Η διαδικασία αυτή υλοποιήθηκε μέσω της ρουτίνας “*initelm*” της γλώσσας Matlab. Τέλος, η διαδικασία ολοκληρώνεται με το δεύτερο στάδιο εκπαίδευσης κατά το οποίο οι τρεις κατηγορίες διανυσμάτων επιχειρούν να περιχαρακώσουν μια δική τους τοπολογικά ευκλείδεια απόσταση η οποία έχει δημιουργηθεί στην πρώτη διαδικασία. Η διαδικασία ολοκληρώνεται σε 500 εποχικές προσπάθειες (epochs) (βλ. **Εικόνα 2**) ελαχιστοποίησης σφάλματος που αφορά την ιδεατή τοπολογική περιχαρακώση των κατηγοριών και δημιουργούνται τα τελικά βάρη w_1, w_2 , (βλ. **Πίνακας 7**). Η διαδικασία αυτή υλοποιήθηκε μέσω της ρουτίνας «*trainlm*» της γλώσσας Matlab (Zhang, Yuen, Wong et Kan, 2011).



Εικόνα 2. Η διαδικασία εκμάθησης των διανυσμάτων των 3×7 διανυσμάτων εισόδου σε διάρκεια 500 εποχικών προσπαθειών.

	Δείγμα δεδομένων διανυσμάτων εισόδου και η δημιουργία συντελεστών βαρύτητας κατά τη Διάρκεια εκπαίδευσης ενός Elman ΤΝΔ		
Ένα διάνυσμα εισόδου βαθμολόγησης «καλή»	ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗΣ	W1	W2
0.0200	P32	0.0100	0.0100
1.3300	P33	2.0000	1.0000
0.0400	P34	0.0200	0.0100
0.0400	P36	0.0100	0.0100
0.0200	P31	0.0100	0.0100
0.2900	P47	0.1300	0.1700
0.0600	P48	0.0800	0.0800
0.0600	P49	0.0800	0.0900
0.0200	P51	0.0100	0.0100
0.0400	P50	0.0200	0.0100
0.3300	P4	1.1800	1.1800
0.9000	P16	0.7000	0.7000
0.0500	P64	0.1000	0.1000

Πίνακας 7

3.2.2 Αξιολόγηση Νευρωνικού Δικτύου

Η αξιολόγηση του νευρωνικού υλοποιείται μέσω σιγμοειδούς συναρτήσεως “y” και προκύπτει από τον υπολογισμό εφαρμογής της σχέσης 7 στην 4. Τότε τα εξαγόμενα αποτελέσματα τιμών αποτελούν τον αποφασιστικό παράγοντα κατάταξης σε μία από τις τρεις κατηγορίες ενός αγνώστου για το σύστημα διανύσματος:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}} \tag{7}$$

Η απόφαση της κατάταξης από τις εξαγόμενες τιμές δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$\begin{aligned} y \leq 1.5 &\rightarrow \text{πολύ_καλή} \\ 1.5 < y \leq 2.5 &\rightarrow \text{καλή} \\ y > 2.5 &\rightarrow \text{ανεπαρκής} \end{aligned} \tag{8}$$

Η παραπάνω διαδικασία υλοποιήθηκε μέσω της ρουτίνας «*simuelm*» της γλώσσας Matlab. Τα αποτελέσματα κατάταξης των υπόλοιπων 9 διανυσμάτων (3 από κάθε κατηγορία) παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.

ΚΑΤΑΤΑΞΗ	Αποτελέσματα Αξιολόγησης του Elman ΤΝΔ		
	A ≤1.5	1.5 < B ≤2.5	C >2.5
A	3	0	0
B	0	2	1 (2.6)
C	0	0	3

Πίνακας 8

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα διανύσματα της A και C αναγνωρίστηκαν επιτυχώς (100%) από το σύστημα του ΤΝΔ. Μία αστοχία παρουσιάστηκε μόνο στη B ομάδα διανυσμάτων που οριακά (2.6) κατατάχτηκε στη C κατηγορία σύμφωνα με τα κριτήρια της σχέσης (8) και του Πίνακα 8.

4. Συμπεράσματα

Στο παρόν άρθρο παρουσιάστηκε ο τρόπος κάλυψης της ανάγκης για την αξιολόγηση των λειτουργιών μιας βιβλιοθήκης χωρίς τους πιθανούς και τυχόν προβληματισμούς που θα επέφερε μια καθόλα υποκειμενική αξιολόγηση. Με τη χρήση ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου κατορθώσαμε να αντικειμενοποιήσουμε τους υποκειμενικούς υπολογισμούς ενός «ειδικού» για να έχουμε ως αποτέλεσμα το παραπάνω ζητούμενο. Αποσκοπώντας στην εκπαίδευση μιας μηχανής μάθησης και χρησιμοποιώντας ένα νευρωνικό δίκτυο λάβαμε μία καθολική αποτίμηση 3 κατηγοριών (expert). Μ' αυτόν το τρόπο μειώθηκε η υποκειμενικότητα των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των υπηρεσιών των βιβλιοθηκών.

Η μέθοδος εκπαίδευσης του τεχνητού νευρωνικού δικτύου ανταποκρίθηκε με επιτυχία και τα αποτελέσματα που έδωσε το σύστημα ήταν ταυτόσημα με αυτά του ειδικού, χωρίς αποκλίσεις που να αμφισβητούν την αποτελεσματικότητά του. Ορμώμενοι από την επιτυχημένη κατάληξη της παραπάνω έρευνας οι μελλοντικές ενέργειες για τη δημιουργία μιας ενιαίας μηχανής μάθησης που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλες τις βιβλιοθήκες για την αξιολόγηση των υπηρεσιών τους, φαίνεται κατόρθωμα σχεδόν υλοποιημένο, δίνοντας τη δυνατότητα σε οποιαδήποτε βιβλιοθήκη να μπορεί μόνη της να αξιολογεί τις υπηρεσίες που παρέχει στους επισκέπτες της.

5. Βιβλιογραφικές αναφορές

- Axler, S., Ribet, K.A., 2009. Graduate Texts in Mathematics 106.
- Feng, X.U.E., KE, K. (2008). Five-Category Evaluation of Commercial Bank's Loan by the Integration of Rough Sets and Neural Network. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 28 (1), 40–45.
- Garibay, C., Gutierrez, H. and Figueroa, A. (2010). Evaluation of a digital library by means of quality function deployment (QFD) and the Kano model. *The Journal of Academic Librarianship*, 36 (2), 125-32.
- Glushkov, V.M. (1969). Prediction based on expert opinions. *Cybernetics and Systems Analysis*, 5 (2), 127-9.
- Güler, N.F., Übeyli, E.D., Güler, İ. (2005). Recurrent neural networks employing Lyapunov exponents for EEG signals classification. *Expert Systems with Applications*, 29, 506–514.
- Ho, W., Xu, X. and Dey, P.K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review. *European Journal of Operational Research*, 202 (1), 16-24.
- Jořreskog, K.G. and Goldberger, A.S. (1975). Estimation of a model with multiple indicators and multiple causes of a single latent variable. *Journal of the American Statistical Association*, 70 (351), 631-9.
- Orr, R.H. (1993). Measuring the goodness of library services: a general framework for considering quantitative measures. *Journal of Documentation*, 29 (3), 315-32.
- Papavlasopoulos, S. & Poulos, M. (2012). Neural network design and evaluation for classifying library indicators using personal opinion of expert. *Library Management*, 33 (4/5), 261-271.
doi: 10.1108/01435121211242308
- Pollard, J.M. (1978) Monte Carlo methods for index computation (mod p) *Mathematics of Computation*, 32 (143), 918-24.
- Poll, R. (2007). Benchmarking with quality indicators: national projects. *Performance Measurement and Metrics*, 8 (1), 41-53.
- Pritchard, S.M. (1996). Determining quality in academic libraries. *Library Trends*, 44 (3), 572-94.
- Poulos, M., Belesiotis, V.S., Alexandris, N. (2010). A classroom observation model fitted to stochastic and probabilistic decision systems, in: *Artificial Intelligence Applications and Innovations*. Springer, pp. 30–36
- Stubbs, K. (1980). The ARL Library Index and Quantitative Relationships in the ARL, Association of Research Libraries, Washington, DC, report for the Association of Research Libraries.
- Tong, X., Wang, Z., Yu, H. (2009). A research using hybrid RBF/Elman neural networks for intrusion detection system secure model. *Computer physics communications*, 180, 1795–1801.

Weiner, S.A. (2005). Library quality and impact: is there a relationship between new measures and traditional measures?, *The Journal of Academic Librarianship*, 31 (5), 432-7.

Whitmire, E. (2002). Academic library performance measures and undergraduates' library use and educational outcomes. *Library & Information Science Research*, 24, 107-28.

Zhang, Y.H., Yuen, C.W.M., Wong, W.K., Kan, C. (2011). An intelligent model for detecting and classifying color-textured fabric defects using genetic algorithms and the Elman neural network. *Textile Research Journal* 81, 1772–1787.



Βασιλεία Θυμιάκου

Η Βασιλεία Θυμιάκου είναι ερευνήτρια στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, στο τμήμα Αρχαιολογίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας. Αποφοίτησε το 2004 από το Παιδαγωγικό τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Εργάζεται στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση από το 2006 και κατέχει θέση Προϊσταμένης σε Νηπιαγωγείο της Κέρκυρας. Είναι μεταπτυχιακή φοιτήτρια της κατεύθυνσης Βιβλιοθηκονομίας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Ιονίου πανεπιστημίου με τίτλο «Διαχείριση τεκμηρίων πολιτισμικής κληρονομιάς και νέες τεχνολογίες».



Σπυριδούλα Καλαμπόκη

Η Σπυριδούλα Καλαμπόκη είναι ερευνήτρια στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, στο τμήμα Αρχαιολογίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας. Αποφοίτησε το 2014 από το Παιδαγωγικό τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Είναι μεταπτυχιακή φοιτήτρια της κατεύθυνσης Βιβλιοθηκονομίας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Ιονίου πανεπιστημίου με τίτλο «Διαχείριση τεκμηρίων πολιτισμικής κληρονομιάς και νέες τεχνολογίες».



Φωτεινή Καργιώτη

Η Φωτεινή Καργιώτη είναι ερευνήτρια στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, στο τμήμα Αρχαιολογίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας Κέρκυρας. Αποφοίτησε το 2009 από το προαναφερθέν τμήμα και είναι μεταπτυχιακή φοιτήτρια της κατεύθυνσης Βιβλιοθηκονομίας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Ιονίου πανεπιστημίου με τίτλο «Διαχείριση τεκμηρίων πολιτισμικής κληρονομιάς και νέες τεχνολογίες».



Αλεξάνδρα Τσιγλάκη

Η Αλεξάνδρα Τσιγλάκη είναι ερευνήτρια στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, στο τμήμα Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας και Μουσειολογίας Κέρκυρας. Αποφοίτησε το 2013 από το προαναφερθέν τμήμα και είναι μεταπτυχιακή φοιτήτρια της κατεύθυνσης Βιβλιοθηκονομίας στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Ιονίου πανεπιστημίου με τίτλο «Διαχείριση τεκμηρίων πολιτισμικής κληρονομιάς και νέες τεχνολογίες».



Μάριος Πούλος

Ο Μάριος Πούλος είναι αναπληρωτής καθηγητής του Τμήματος Αρχειονομίας, Βιβλιοθηκονομίας του Ιονίου Πανεπιστημίου. Από το 2002-2015 είναι μέλος της «Αμερικανικής Ένωσης για την προώθηση της Επιστήμης» (American Association for the Advancement of Science / AAAS). Από το 2012-2015 είναι πρόεδρος του Εφορευτικού Συμβουλίου της Δημόσιας Βιβλιοθήκης Κέρκυρας. Έχει πλούσιο δημοσιευμένο έργο (πάνω από 100 εργασίες) σε διεθνή περιοδικά και συνέδρια και το έργο του έχει δεχθεί περισσότερες από 600 ετερο-αναφορές.