

Γεώργιος Τσεκούρας

Η ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΩΣ ΜΕΣΟ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή

Η τεχνητή νοημοσύνη έχει καταστεί τα τελευταία χρόνια ένα πολύ αποδοτικό και ευέλικτο εργαλείο για την επεξεργασία δεδομένων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο πλαίσιο της δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης «έξυπνων» εργαλείων τα οποία μπορούν ως ένα βαθμό να εξομοιώσουν την ανθρώπινη συλλογιστική και ικανότητα λήψης αποφάσεων. Η παρατήρηση αυτή υποδηλώνει εμμέσως πλην σαφώς ότι ένα σύστημα τεχνητής νοημοσύνης προσφέρει ευχρηστία στον εκάστοτε χρήστη-προγραμματιστή. Παρόλο που έχει αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός μεθοδολογιών τεχνητής νοημοσύνης για ένα ευρύ φάσμα τεχνολογικών εφαρμογών, στην αναπαράσταση και επεξεργασία πολιτιστικών δεδομένων χρησιμοποιούνται μόνο μερικές από αυτές τις μεθοδολογίες. Αυτό σημαίνει ότι το δυναμικό αυτής της ερευνητικής περιοχής είναι αρκετά μεγάλο και αναμένεται να γίνει πολύ δημοφιλές τα επόμενα χρόνια.

Στη διεθνή βιβλιογραφία αρκετές είναι οι εργασίες, στις οποίες αναπτύχθηκαν έξυπνα πολυμεσικά συστήματα για μεγάλη γκάμα εφαρμογών. Ο Kaplan (1997) έχει κάνει εκτενή αναφορά στον τρόπο σχεδιασμού έξυπνων πολυμέσων. Ο Atolagbe (1997) εισήγαγε το σύστημα SimTutor, το οποίο χρησιμοποιείται για παιδαγωγικούς σκοπούς. Κύριο χαρακτηριστικό του «έμπειρου» αυτού συστήματος είναι ότι αυξάνει κατά πολύ τη διαδραστική δυνατότητα του λογισμικού. Ένα άλλο δημοφιλές σύστημα που χρησιμοποιείται επίσης για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι το Intelligent Computer-Assisted Instruction for Computer Engineering (ICAI-C) που αναπτύχθηκε από τον Kong (1994). Το ICAI-C εκμεταλλεύεται στο έπακρο τις συνδυασμένες δυνατότητες που προσφέρουν τα πολυμέσα και τα έμπειρα συστήματα δημιουργώντας έτσι μια πολύ εύχρηστη διεπιφάνεια χρήστη-υπολογιστικού συστήματος (user interface). Οι Zhenjiang/Baozong (1994) ανέπτυξαν το σύστημα MIPAS, το οποίο υλοποιεί το έμπειρο σύστημα με βάση τεχνικές νευρωνικών δικτύων. Η επικοινωνία μεταξύ έμπειρου συστήματος και πολυμεσικής εφαρμογής γίνεται αυτόματα έχοντας ταυτόχρονη πρόσβαση

στη βάση των πολυμεσικών δεδομένων. Παρόλο που το MIPAS παρέχει πολύ καλή διάδραση στο χρήστη, οι διαδικασίες που εμπλέκονται στο σχεδιασμό έχουν μεγάλο υπολογιστικό κόστος με αποτέλεσμα να εφαρμόζεται μόνο σε εξειδικευμένες περιπτώσεις. Οι Bordegoni et al. (1997) ανέπτυξαν ένα έξυπνο σύστημα για παρουσιάσεις πολυμεσικού υλικού, ενώ οι Reich (1993) και Baluja et al. (1994) ανέπτυξαν δύο έξυπνα πολυμεσικά συστήματα, τα οποία κάνουν τεχνοτροπική αναγνώριση έργων τέχνης. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι οι έξυπνες πολυμεσικές εφαρμογές έχουν βρει πρόσφορο έδαφος τόσο στο χώρο των μουσείων (Burgard et al. 1999) όσο και στον εικονικό κινηματογράφο (Friedman/Feldman 2005).

Στο άρθρο αυτό παραθέτουμε διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις για τους τρόπους χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην αναπαράσταση πολιτιστικών δεδομένων. Αρχικά, επειδή τα πολυμέσα έχουν αποδειχθεί πολύ χρήσιμα στην επεξεργασία και παρουσίαση πολιτισμικής πληροφορίας, αναλύουμε τρία θεωρητικά μοντέλα που αφορούν στην υλοποίηση έξυπνων πολυμεσικών εφαρμογών. Ο όρος έξυπνη πολυμεσική εφαρμογή αναφέρεται στην εισαγωγή μεθόδων τεχνητής νοημοσύνης στο σχεδιασμό και την υλοποίηση των εφαρμογών αυτών. Στη συνέχεια παραθέτουμε συγκεκριμένες μεθοδολογίες οι οποίες έχουν ήδη υλοποιηθεί και αφορούν στη χρησιμότητα της τεχνητής νοημοσύνης στις τέχνες.

2. Έμπειρα συστήματα

Ως έμπειρο σύστημα ορίζουμε ένα πρόγραμμα υπολογιστή η λειτουργία του οποίου βασίζεται στη γνώση και στη λογική (Βλαχάβας κ.ά. 2005). Ουσιαστικά, δηλαδή, αναφερόμαστε σε σύστημα που επιτυγχάνει μια συλλογιστική, με σκοπό τη διενέργεια συγκεκριμένων βημάτων για να λύσει ένα πρόβλημα όπως θα το έλυne ένας ειδικός επί του προβλήματος αυτού.

Η αρχιτεκτονική δομή ενός έμπειρου συστήματος παρατίθεται στο σχήμα 1. Όπως φαίνεται από το σχήμα αυτό, ένα έμπειρο σύστημα αποτελείται από δύο βασικά μέρη: α) τη γνωσιολογική βάση, και β) το μηχανισμό εξαγωγής συμπεράσματος.

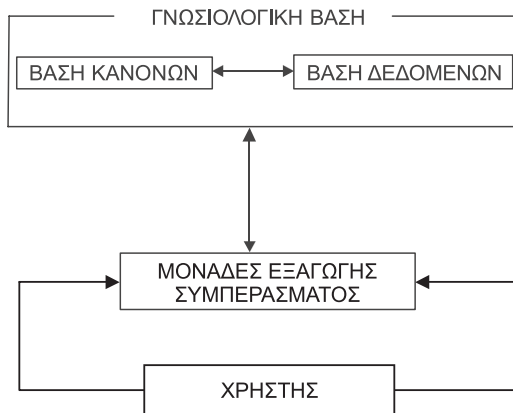
- Η *γνωσιολογική βάση* περιέχει έναν αριθμό δομικών κανόνων οι οποίοι αναπαριστούν τη γνώση που έχουμε για ένα συγκεκριμένο σύστημα. Αποτελείται από τη βάση κανόνων και τη βάση δεδομένων. Η βάση κανόνων περιέχει έναν αριθμό γνωσιολογικών συσχετίσεων της μορφής

«Αν ένα γεγονός ισχύει τότε εξάγεται
ένα συμπέρασμα (ή μία ενέργεια)» (1)

Οι κανόνες αυτοί μας παρέχουν έναν τρόπο περιγραφής οποιουδήποτε συστήματος γιατί συσχετίζουν τις μεταβλητές εισόδου (γεγονότα) με τις μεταβλητές εξόδου (συμπεράσματα-ενέργειες) του συστήματος αυτού. Δηλαδή, με βάση ένα γεγονός που ισχύει το σύστημα εξάγει ένα συμπέρασμα για το τι συμβαίνει ή εκτελεί μια συγκεκριμένη ενέργεια για να λύσει ένα πρόβλημα. Από την άλλη μεριά, η βάση δεδομένων περιέχει στοιχεία και πληροφορίες για τον τρόπο δόμησης του κάθε κανόνα.

ΣΧΗΜΑ 1

Αρχιτεκτονική δομή ενός έμπειρου συστήματος



- Ο μηχανισμός εξαγωγής συμπεράσματος χρησιμοποιεί ειδικές τεχνικές για να συσχετίσει το γεγονός (είσοδος) με τη γνωσιολογική βάση ώστε να εξάγει το λογικό συμπέρασμα ή να εκτελέσει την απαραίτητη ενέργεια (έξοδος).

Παρόλο που σχεδόν όλα τα έμπειρα συστήματα έχουν την παραπάνω βασική δομή, μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τον αριθμό και τον τρόπο δήλωσης των κανόνων, τη μέθοδο (ή τις μεθόδους) που χρησιμοποιούν για την εξαγωγή συμπεράσματος, τον τρόπο αλληλεπίδρασης με το χρήστη και τη συνολική προσέγγιση σχεδιασμού τους (π.χ. μπορεί να χρησιμοποιηθούν τεχνικές νευρωνικών δικτύων, ασαφούς λογικής, έξυπνων

πρακτόρων κλπ.). Για παράδειγμα, ο κανόνας της σχέσης (1) μπορεί να αναπαρασταθεί και ως εξής,

$$[(\text{γεγονός}), (\text{συμπεράσμα-ενέργεια})] \quad (2)$$

Στη σχέση (2) η συσχέτιση του γεγονότος και του συμπεράσματος-ενέργειας έχει συγκεκριμένη δομή που βασίζεται στη χρήση τελεστών και συμβόλων, πράγμα που σημαίνει ότι ο τρόπος εξαγωγής συμπεράσματος είναι εντελώς διαφορετικός από αυτόν που λαμβάνει χώρα στη σχέση (1).

Η υλοποίηση ενός έμπειρου συστήματος μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους. Δύο πολύ δημοφιλείς τρόποι είναι τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα και η ασαφής λογική.

- *Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα:* οι βασικές μονάδες ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου είναι οι τεχνητοί νευρώνες, ο οποίοι έχουν παρόμοια συμπεριφορά με τους νευρώνες του ανθρώπινου νευρικού συστήματος. Το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο είναι μια τοπολογία τέτοιων νευρώνων που είναι τοποθετημένοι με συγκεκριμένο τρόπο και επικοινωνούν μεταξύ τους. Ο κάθε τεχνητός νευρώνας έχει έναν αριθμό σχεδιαστικών παραμέτρων. Ο αντικειμενικός σκοπός της χρήσης ενός τεχνητού νευρωνικού δικτύου είναι η ακριβής περιγραφή ενός φυσικού συστήματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκπαίδευση του δικτύου, η οποία συνίσταται στον προσδιορισμό των κατάλληλων τιμών των σχεδιαστικών παραμέτρων κάθε τεχνητού νευρώνα, για τις οποίες έχουμε την ακριβέστερη περιγραφή του φυσικού συστήματος.
- *Ασαφής Λογική:* Το κύριο χαρακτηριστικό της ασαφούς λογικής είναι η ικανότητα περιγραφής δεδομένων που περιέχουν αβεβαιότητα. Όπως είναι προφανές, δεδομένα τα οποία εμπεριέχουν αβεβαιότητα δεν μπορούν να αναλυθούν αποδοτικά από τις κλασικές μεθόδους, γιατί αυτές στηρίζονται σε ντετερμινιστικές θεωρήσεις που απαιτούν ακριβείς περιγραφές των δεδομένων. Το βασικό δομικό στοιχείο της ασαφούς λογικής είναι το ασαφές σύνολο. Η κύρια διαφορά του ασαφούς συνόλου από το κλασικό σύνολο είναι ο βαθμός συμμετοχής των στοιχείων τους σ' αυτά. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία που ανήκουν σε ένα κλασικό σύνολο έχουν βαθμό συμμετοχής 1 (100%), ενώ στο ασαφές σύνολο μεταξύ 0 και 1. Ένα ασαφές σύστημα περιέχει έναν αριθμό γνωσιολογικών κανόνων και χρησιμοποιείται για την ακριβή περιγραφή ενός φυσικού συστήματος. Ο κάθε γνωσιολογικός κανόνας αποτελείται από έναν αριθμό ασαφών συνόλων, το καθένα από τα οποία έχει έναν αριθμό σχεδιαστικών

παραμέτρων. Και εδώ, ο αντικειμενικός στόχος της εκπαίδευσης ενός ασαφούς συστήματος είναι η εύρεση των βέλτιστων τιμών των παραμέτρων των ασαφών συνόλων, για τις οποίες το φυσικό σύστημα περιγράφεται με ακρίβεια.

3. Έξυπνες πολυμεσικές εφαρμογές

Ένας ερευνητικός χώρος ο οποίος έχει αναπτυχθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια είναι η ολοκληρωμένη συνύπαρξη πολυμεσικών εφαρμογών και έμπειρων συστημάτων. Ένα έμπειρο σύστημα έχει τη δυνατότητα μερικής προσομοίωσης της ανθρώπινης συλλογιστικής. Από την άλλη μεριά, τα πολυμέσα έχουν έλλειψη τέτοιας συμπεριφοράς. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει «χώρος» για την ολοκλήρωση των δύο αυτών πεδίων. Παρόλο που η ολοκλήρωση των έμπειρων συστημάτων με τα πολυμέσα δεν είναι ακόμα αρκετά δοκιμασμένη, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ένας συνδυασμός τους μπορεί να βοηθήσει και τα δύο αυτά πεδία.

Η ανάγκη δημιουργίας «έξυπνων» πολυμεσικών εφαρμογών γίνεται ολοένα και πιο μεγάλη. Η ανάγκη αυτή πηγάζει από το γεγονός ότι η τεχνολογία της πληροφορικής έχει γίνει προσβάσιμη από όλους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η βιομηχανία των πολυμέσων, για να μπορέσει να γίνει ανταγωνιστική, να πρέπει να παρέχει εκλεπτυσμένα προϊόντα εύχρηστα στο ευρύ κοινό. Αυτό μπορεί σε μεγάλο βαθμό να επιτευχθεί με τη χρήση έμπειρων συστημάτων στις διαδικασίες παραγωγής και διαχείρισης πολυμέσων. Βεβαίως, το επιθυμητό είναι αυτή η ολοκλήρωση να λάβει χώρα με αλληλεπιδραστικό τρόπο. Αυτή η αλληλεπίδραση αφορά στην ανάπτυξη υπολογιστικών δομών, οι οποίες θα δίνουν τη δυνατότητα στο έμπειρο σύστημα να προσθέτει αξία σε μια πολυμεσική εφαρμογή αλλά και να βελτιώνεται το ίδιο μέσα από την πλατφόρμα της εφαρμογής αυτής. Σε γενικές γραμμές, τα θετικά στοιχεία που αποκομίζει μια πολυμεσική εφαρμογή από ένα έμπειρο σύστημα είναι τα εξής:

- Ένα έμπειρο σύστημα μπορεί να ανακτήσει και να επεξεργαστεί δεδομένα πολύ πιο γρήγορα και αποδοτικά από άλλες μεθόδους (αυτό σημαίνει ότι η πολυμεσική εφαρμογή κερδίζει σε υπολογιστική ισχύ και σε ποιότητα αποτελεσμάτων).
- Γίνεται εφικτή μια πιο έξυπνη διαχείριση του πολυμεσικού υλικού (πράγμα που έχει άμεσο αποτέλεσμα στη μείωση του κόστους παραγωγής και διανομής του υλικού αυτού).
- Η εφαρμογή έχει «νοημοσύνη» (το οποίο σημαίνει ότι είναι προσιτή από ανθρώπους που δεν έχουν μεγάλη σχέση με υπολογιστές, αυξάνει

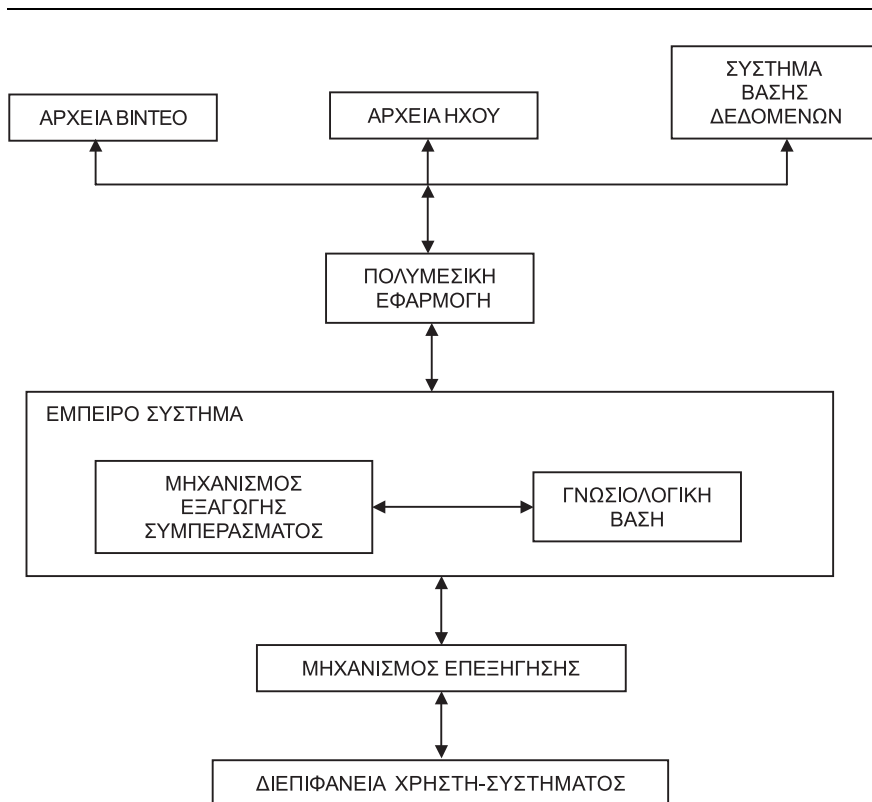
νοντας έτσι την αγοραστική δυναμικότητα των πολυμεσικών προϊόντων).

Στο πλαίσιο της προαναφερθείσας αλληλεπίδρασης τα θετικά στοιχεία που μπορεί να αποκομίσει ένα έμπειρο σύστημα από μια πολυμεσική εφαρμογή είναι τα εξής:

- Το έμπειρο σύστημα μπορεί να γίνει πιο παραστατικό και κατανοητό.
- Τα πολυμέσα δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας καλύτερων διεπιφανειών χρήστη-υπολογιστικού συστήματος (user interface).
- Με τη χρήση πολυμέσων μπορεί να αυξηθεί η διαδραστικότητα ενός έμπειρου συστήματος.

ΣΧΗΜΑ 2

Βασική αρχιτεκτονική «έξυπνης» πολυμεσικής εφαρμογής



Η βασική αρχιτεκτονική δομή μιας έξυπνης πολυμεσικής εφαρμογής φαίνεται στο σχήμα 2. Όπως εύκολα παρατηρούμε στο σχήμα αυτό, στο ανώτερο επίπεδο της ιεραρχίας βρίσκεται το πολυμεσικό υλικό (βίντεο, ήχος και βάσεις δεδομένων) και σε δεύτερο επίπεδο βρίσκεται η πολυμεσική εφαρμογή αυτή καθαυτή, η οποία επί της ουσίας διαχειρίζεται το παραπάνω υλικό. Στο αμέσως επόμενο επίπεδο είναι το έμπειρο σύστημα, το οποίο δίνει εντολές με σκοπό τη βέλτιστη παραγωγή και διαχείριση του πολυμεσικού υλικού. Ακολουθεί ο μηχανισμός επεξήγησης, ο οποίος υποβοηθά το χρήστη στην ερμηνεία των ενεργειών της όλης εφαρμογής ώστε να κατανοήσει καλύτερα το πολυμεσικό προϊόν, ενώ τέλος στο κατώτερο επίπεδο βρίσκεται η διεπιφάνεια μεταξύ χρήστη και υπολογιστικού συστήματος.

Ο τρόπος σύνδεσης των πολυμέσων με τα έμπειρα συστήματα, όπως αυτός φαίνεται στο σχήμα 2, μπορεί να επιτευχθεί με βάση τρία δημοφιλή μοντέλα, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

3.1 Συνδεσμικό μοντέλο (*Linked model*)

Με βάση αυτό το μοντέλο το έμπειρο σύστημα και η πολυμεσική εφαρμογή λειτουργούν ανεξάρτητα αλλά επικοινωνούν μεταξύ τους με στόχο την αύξηση της αποδοτικότητας του όλου συστήματος. Ωστόσο, στο πλαίσιο αυτής της επικοινωνίας δεν λαμβάνει χώρα κανενός είδους διάδραση. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιείται κυρίως για την ανάπτυξη έξυπνων πολυμεσικών εφαρμογών με απλή δομή και λειτουργία.

Το κύριο πλεονέκτημα του μοντέλου αυτού είναι η εύκολη υλοποίησή του και το σχετικά μικρό κόστος του. Από την άλλη μεριά, το κύριο μειονέκτημά του είναι η μικρή αλληλεπίδραση μεταξύ του έμπειρου συστήματος και του πολυμέσου, μιας και τα δύο αυτά πεδία λειτουργούν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

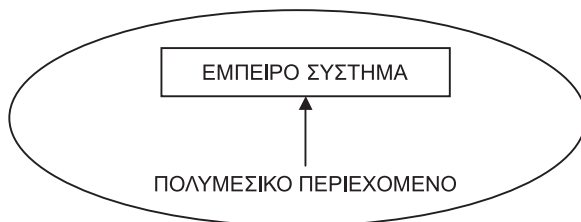
3.2 Ενσωματωμένο μοντέλο (*Embedded model*)

Με βάση το μοντέλο αυτό τα δύο πεδία συνδυάζονται το ένα μέσα στο άλλο έτσι ώστε να προκύψει μια συνθετική εφαρμογή (*embedded approach*). Υπάρχουν δύο τρόποι να επιτευχθεί αυτό:

(α) Ενσωματωμένο μοντέλο 1

Με βάση αυτόν τον τρόπο σύνθεσης, το έμπειρο σύστημα είναι το βασικό κομμάτι της εφαρμογής και συμπληρώνεται από το πολυμέσο. Η σχηματική αναπαράσταση αυτής της προσέγγισης δίνεται στο σχήμα 3.

ΣΧΗΜΑ 3

Δομή Ενσωματωμένου Μοντέλου 1

Στο μοντέλο αυτό σχεδιάζεται το έμπειρο σύστημα για την παραγωγή και επεξεργασία του πολυμεσικού περιεχομένου ενώ η πολυμεσική εφαρμογή βοηθάει να επιτευχθεί αυτό με αποδοτικό τρόπο. Ένα κλασικό παράδειγμα υλοποίησης τέτοιας έξυπνης πολυμεσικής εφαρμογής είναι το σύστημα Tulare County (Betts 1993), το οποίο σχεδιάστηκε για την καταγραφή και διαχείριση των δεδομένων του Φορέα Κρατικής Πρόνοιας της Καλιφόρνιας. Το έμπειρο σύστημα του Tulare County περιέχει 6.000 γνωσιολογικούς κανόνες που περιέγραφαν τα παραπάνω δεδομένα. Οι κανόνες αυτοί είχαν τη δυνατότητα αλλαγής και προσαρμογής στο περιβάλλον και στο πολυμεσικό περιεχόμενο που διαχειρίζονταν. Ο φυσικός τρόπος ολοκλήρωσης του έμπειρου συστήματος με το πολυμέσο επιτεύχθηκε σε μια υπολογιστική πλατφόρμα 25 υπολογιστών, στους οποίους υπήρχε το πολυμεσικό υλικό και ενός διακομιστή (server) όπου βρισκόταν το έμπειρο σύστημα και το σύστημα διαχείρισης του πολυμεσικού υλικού (Multimedia Management System).

Το κύριο πλεονέκτημα του μοντέλου αυτού είναι ότι τόσο η λειτουργική απόδοση όσο και η αναπαράσταση γνώσης του έμπειρου συστήματος ενισχύονται από την ύπαρξη του πολυμέσου. Το κύριο μειονέκτημά του είναι ότι, επειδή τον κύριο έλεγχο της όλης διαδικασίας τον έχει το έμπειρο σύστημα, οι δυνατότητες που μπορεί να δώσουν τα πολυμέσα δεν αξιοποιούνται στο έπακρο.

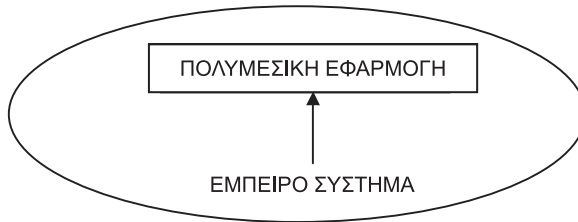
(β) Ενσωματωμένο μοντέλο (2)

Στα πλαίσια υλοποίησης έξυπνης εφαρμογής με βάση το μοντέλο αυτό, το πολυμέσο είναι η καρδιά της εφαρμογής ενώ το έμπειρο σύστημα απλώς υποβοηθάει και ενισχύει την αποδοτική λειτουργία του. Η βασική δομή του δίνεται στο σχήμα 4. Μία από τις δημοφιλείς εφαρμογές που δημιουργήθηκαν με βάση το μοντέλο αυτό είναι το σύστημα Exploring Psychological Disorders της εταιρείας Brooks/Cole Publishing. Πρόκειται για μια διαδρα-

στική πολυμεσική εφαρμογή η οποία έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει φοιτητές ψυχολογίας καθώς και επαγγελματίες ψυχολόγους να κάνουν σωστές διαγνώσεις για τους ασθενείς τους.

ΣΧΗΜΑ 4

Δομή Ενσωματωμένου Μοντέλου 2

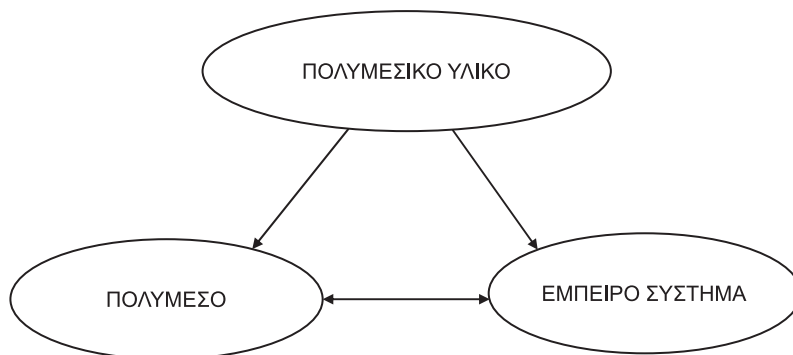


Το κύριο πλεονέκτημα του μοντέλου αυτού είναι ότι η διαχείριση του πολυμεσικού υλικού/περιεχομένου γίνεται απευθείας από την πολυμεσική εφαρμογή, η οποία όμως δέχεται εντολές από το έμπειρο σύστημα. Οι εντολές αυτές είναι ικανές να ενισχύσουν τη βέλτιστη διαχείριση του υλικού με αποτέλεσμα η ανάκτηση και η επεξεργασία της πολυμεσικής πληροφορίας να γίνεται πολύ αποδοτικά. Τέλος, το μειονέκτημα της χρήσης του μοντέλου αυτού είναι ότι δεν προσδίδει καλή διάδραση με το χρήστη, επειδή το έμπειρο σύστημα είναι αυτό που έρχεται σε άμεση επαφή μαζί του. Επίσης, η διεπιφάνεια επαφής χρήστη-υπολογιστικού συστήματος δεν μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε όλη η εφαρμογή να είναι εκλεπτυσμένη και εμπορικά αξιοποιήσιμη. Τέτοια μοντέλα χρησιμοποιούνται για ειδικούς σκοπούς, οπότε τα χειρίζονται ειδικευμένοι και έμπειροι χρήστες.

3.3 Ολοκληρωμένο μοντέλο (Integrated model)

Το μοντέλο αυτό αναφέρεται σε πιο πολύπλοκες δομές συνδυασμού των πολυμέσων με τα έμπειρα συστήματα. Σε γενικές γραμμές ο συνδυασμός των δύο πεδίων περιγράφεται στο σχήμα 5. Όπως εύκολα παρατηρούμε, το έμπειρο σύστημα και το πολυμέσο έχουν ισοδύναμη λειτουργία, η οποία χαρακτηρίζεται από την ταυτόχρονη πρόσβαση τόσο στο πολυμεσικό υλικό όσο και στη διεπιφάνεια του χρήστη με το υπολογιστικό σύστημα. Οι περισσότερες έξυπνες πολυμεσικές εφαρμογές που δημιουργούνται με βάση αυτό το μοντέλο είναι πολύ διαφορετικές μεταξύ τους. Ο λόγος είναι ότι

ΣΧΗΜΑ 5

Δομή Ολοκληρωμένου Μοντέλου

η πολυπλοκότητα που εμπεριέχεται στο μοντέλο αυτό δίνει τη δυνατότητα ανάπτυξης μιας μεγάλης γκάμας εφαρμογών.

Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης του ολοκληρωμένου μοντέλου είναι ότι αξιοποιούνται στο έπακρο όλες οι δυνατότητες τόσο των πολυμέσων όσο και των έμπειρων συστημάτων. Το κύριο μειονέκτημα του μοντέλου είναι το υψηλό κόστος ανάπτυξης της εφαρμογής.

4. Τεχνητή νοημοσύνη και τέχνες

Η τεχνολογία και η τέχνη για χρόνια θεωρούνται δύο περιοχές ανεξάρτητες η μία από την άλλη. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι ότι η τεχνολογία είναι αποτέλεσμα της ευφυΐας του ανθρώπου, ενώ η τέχνη τόσο της ευφυΐας όσο και των συναισθημάτων, της συμπεριφοράς, του χαρακτήρα αλλά και των βιωμάτων ενός ανθρώπου. Σ' αυτό το πλαίσιο η τέχνη έχει πολύ πιο πολύπλοκη δομή από την τεχνολογία. Τα τελευταία χρόνια όμως, η εκρηκτική ανάπτυξη των υπολογιστών ανέδειξε αντικείμενα τα οποία μπορούν με αξιοπρεπή τρόπο να εμπλακούν τόσο στην ανάλυση και αξιολόγηση έργων τέχνης όσο και στη δημιουργία έργων τέχνης. Ένα από αυτά τα αντικείμενα είναι η τεχνητή νοημοσύνη.

Οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στις τέχνες ομαδοποιούνται σε δύο γενικές κατηγορίες: (α) την ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων για την τεχνοτροπική αναγνώριση έργων τέχνης με βάση κάποια αισθητικά κριτήρια, (β) την ανάπτυξη συστημάτων που δημιουργούν έργα τέχνης.

(α) *Ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων για την τεχνοτροπική αναγνώριση έργων τέχνης*

Η κατανόηση έργων τέχνης αναφέρεται στην αισθητική αξιολόγησή τους (aesthetic judgment). Η ικανότητα που έχει ο άνθρωπος να αξιολογεί την αισθητική έργων τέχνης είναι απόρροια της διάνοιάς του, και είναι ευρέως αποδεκτό ότι εξαρτάται από πολιτισμικούς παράγοντες. Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε ότι η εκτίμηση και αξιολόγηση της αισθητικής ενός έργου τέχνης επηρεάζεται από δύο βασικούς παράγοντες:

- Το περιεχόμενο του έργου τέχνης που σχετίζεται με το θέμα στο οποίο αναφέρεται το έργο τέχνης (αν θεωρήσουμε την τέχνη ως μορφή επικοινωνίας τότε το περιεχόμενο είναι αυτό με το οποίο επικοινωνούμε).
- Την οπτική αισθητική του όλου έργου, η οποία σχετίζεται με τους συνδυασμούς χρωμάτων, τη σύνθεση (composition), το σχέδιο (design), τη συμμετρία κλπ.

Παρά το γεγονός ότι οι δύο παραπάνω παράγοντες είναι διαφορετικοί μεταξύ τους η συνεισφορά τους στο τελικό αποτέλεσμα είναι εξίσου σημαντική. Αυτό υποδηλώνει ότι η αξιολόγηση της αισθητικής ενός έργου τέχνης στηρίζεται αποκλειστικά στους δύο αυτούς παράγοντες και στις αλληλεπιδράσεις τους. Επειδή οι δύο αυτοί παράγοντες διαφέρουν από άτομο σε άτομο μάς δίνεται η δυνατότητα να υποθέσουμε ότι εξαρτώνται από πολιτισμικές επιδράσεις. Με βάση την παραπάνω ανάλυση μπορούμε να πούμε ότι η αξιολόγηση της αισθητικής έργων τέχνης εμπεριέχει δύο βασικά κριτήρια:

- την υποκειμενικότητα (που αναφέρεται κυρίως σε πολιτισμικούς παράγοντες),
- την ποιοτική αξιολόγηση (που αναφέρεται στις γνώσεις που πρέπει να έχει κάποιος ώστε να αξιολογήσει τόσο το περιεχόμενο όσο και την οπτική αισθητική ενός έργου τέχνης).

Συνεπώς ο σχεδιασμός ενός έξυπνου συστήματος πρέπει να βασίζεται στα δύο αυτά κριτήρια. Το πρόβλημα που τίθεται εδώ είναι ότι αυτά τα κριτήρια είναι δύσκολο να μετρηθούν και να ποσοτικοποιηθούν. Παρόλη τη δυσκολία του προβλήματος, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν προσπάθειες για ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων. Μια τέτοια προσπάθεια έγινε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 από τον Feng (1988), ο οποίος σχεδίασε ένα έμπειρο σύστημα με έναν αρκετά μεγάλο αριθμό κανόνων για την πε-

ριγραφή των παραπάνω κριτηρίων. Στα τέλη της δεκαετίας του 1990, οι Machado και Cardoso (1998) εισήγαγαν δύο συναρτήσεις που περιέγραφαν τα παραπάνω κριτήρια. Τα αποτελέσματα των συναρτήσεων αυτών τα επεξεργάστηκαν με ένα ειδικά σχεδιασμένο έμπειρο σύστημα. Και στις δύο παραπάνω εργασίες τα τελικά αποτελέσματα ήταν πολύ ικανοποιητικά θέτοντας τα θεμέλια για μια πιο αποδοτική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην αισθητική αξιολόγηση έργων τέχνης.

β) Ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων για τη δημιουργία έργων τέχνης

Ο τομέας αυτός δεν έχει πολύ μεγάλη ανάπτυξη λόγω της δυσκολίας του. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν παρατηρηθεί πολύ λίγες εργασίες που αναφέρονται στη δημιουργία έργων τέχνης. Το πιο δημοφιλές σύστημα στον τομέα αυτόν το σχεδίασαν οι Baluja, Pomerleau και Jochem (1994). Χρησιμοποίησαν τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, τα οποία εκπαιδεύτηκαν με ειδικούς αλγόριθμους και ήταν ικανά να σχεδιάζουν απλά και σύνθετα σχήματα μικρής όμως δυσκολίας. Η δομή του όλου συστήματος ήταν τέτοια που για να σχεδιαστούν πιο πολύπλοκα σχήματα το υπολογιστικό κόστος ήταν αρκετά μεγάλο.

5. Επίλογος

Στο άρθρο αυτό παρουσιάστηκε μια περιληπτική αναφορά στους τρόπους με τους οποίους η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί για την αναπαράσταση και επεξεργασία πολιτισμικής πληροφορίας. Τα συστήματα τεχνητής νοημοσύνης έχουν αρχίσει ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 να χρησιμοποιούνται σταδιακά τόσο στις πολυμεσικές εφαρμογές όσο και στις τέχνες. Όσον αφορά την πρώτη περίπτωση, η δημιουργία έξυπνων πολυμεσικών εφαρμογών μπορεί να δώσει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα όπως αύξηση της διαδραστικότητας, χαμηλό κόστος παραγωγής πολυμεσικών εφαρμογών και γρήγορη επεξεργασία των πολυμεσικών δεδομένων. Από την άλλη μεριά, η τεχνητή νοημοσύνη έχει δώσει το «παρών» και στην περιοχή των τεχνών. Βέβαια, στην περίπτωση αυτή η αποδοτική χρήση της τεχνητής νοημοσύνης υστερεί σε σχέση με τα πολυμέσα. Ο λόγος είναι ότι στις τέχνες εμπλέκονται παράγοντες που είναι δύσκολο να μετρηθούν και να αναπαρασταθούν σε ένα υπολογιστικό πρόγραμμα. Παρ' όλα αυτά, οι μέχρι τώρα εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στις τέχνες έχουν δώσει αποτελέσματα τα οποία πριν από τριάντα χρόνια κανείς δεν μπορούσε να φανταστεί.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Βλαχάβας, Ι./Κεφαλάς, Π./Βασιλειάδης, Ν./Κόκκορας, Φ./Σακελλαρίου, Η. (2005), *Τεχνητή Νοημοσύνη*, Θεσσαλονίκη: Γαρταγάνη

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Atolagbe, T. A. (1997), «SimTutor: A multimedia intelligent tutoring system for simulation modeling», *Proceedings of the Winter Simulation Conference*, σελ. 504-509
- Baluja, S./Pomerleau, D./Jochem, T. (1994), «Towards automated artificial evolution for computer-generated images», *Connection Science* 6(2): 325-354
- Bordegoni, M./Faconti, G./Feiner, S./Maybury, M. T./Rist, T./Ruggieri, S./Trahanias, P./Wilson, M. (1997), «A standard reference model for intelligent multimedia presentation systems», *Computer Standards & Interfaces*, τόμ. 18, σελ. 477-496
- Burgard, W./Cremes, A. B./Fox, D./Hahnel, D./Lakemeyer, G./Schulz, D./Steiner, W./Thurn, S. (1999), «Experiences with an interactive museum tour-guide robot», *Artificial Intelligence* 114: 3-55
- Chetverikov, O./Yen, D. C./Tang, H. L./Lee, S. (1997), «Integrating expert systems and multimedia: a detailed analysis», *Telematics and Informatics* 14 (3): 257-272
- Feng, L. (1988), «Rule-based art pattern CAD», *Computer & Graphics* 3(4): 323-327
- Friedman, D./Feldman, Y. A. (2005), «Automated cinematic reasoning about camera behavior», *Expert Systems with Applications* (υπό έκδοση)
- Garrity, E. J./Sipior, J. C. (1994), «Multimedia as a vehicle for knowledge modeling in expert systems», *Expert Systems with Applications* 7(3): 397-406
- Kong, H. P (1994), «An intelligent multimedia-supported instructional system», *Expert Systems with Applications* 7(3): 451-465
- Machado, P./Cardoso, A. (1998), «Computing aesthetics», *Lecture Notes in Artificial Intelligence* 1515: 219-228
- Narasimhalu, A. D. (1994), «A framework for the integration of expert systems with multimedia technologies», *Expert Systems with Applications* 7(3): 427-439
- Ragusa, J. M. (1994), «Models and applications of multimedia, hypermedia,

- and intellimedia integration with expert systems», *Expert Systems with Applications* 7(3): 407-426
- Reich, Y. (1993), «A model of aesthetic judgment in design», *Artificial Intelligence in Engineering* 8: 141-153
- Zhenjiang, M./Baozong, Y. (1994), «MIPAS: A neural network-based multimedia information processing and analysis system», *Engineering Application of Artificial Intelligence* 7(6): 593-606

ΠΛΑΘΟΝΤΑΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥΣ ΚΟΣΜΟΥΣ:
Η ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΚΟΠΙΑ
ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Όσο εκπληκτικό κι αν φαίνεται, δεν βρισκόμαστε μακρύτερα απ' ό,τι είχε προβλεφθεί ήδη από τον Ιούλιο του 1945 σε ό,τι αφορά την οργάνωση/ διαχείριση πληροφοριών από τεχνολογική σκοπιά. Το άρθρο «As We May Think» (Bush 1945) έθεσε το πλαίσιο των ερευνητικών τεχνολογικών δραστηριοτήτων στις Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) που ακολουθείται μέχρι σήμερα. Οι «προφητικές» ικανότητες που πιστώθηκαν στον Bush δεν ήταν παρά αποτέλεσμα της συνολικής εικόνας των επιτευγμάτων της έρευνας που βρισκόταν σε εξέλιξη σε όλη τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου και είχαν ενταθεί λόγω των επειγουσών πολεμικών αναγκών. Σ' αυτό το περιβάλλον έκτακτης ανάγκης, μεγάλος αριθμός ερευνητών σε Ευρώπη, Αμερική, Αυστραλία, Αφρική, δημιούργησε ένα δίκτυο ανταλλαγής πληροφοριών, πρωτοφανές στη σύγχρονη επιστημονική κοινότητα, το οποίο πέτυχε να αναπτύξει μια σειρά από καινοτόμες τεχνολογίες για άμεση στρατιωτική εφαρμογή και, μετά το πέρας του πολέμου, για ειρηνικές χρήσεις¹.

Το βασικότερο όμως επίτευγμα ήταν η ανάπτυξη και λειτουργία του ίδιου του δικτύου, που αποτέλεσε το εργαλείο προώθησης και εκμετάλλευσης της καινοτομίας. Στο ίδιο άρθρο περιγράφεται μια μηχανή («memex») που θα μπορεί να οργανώνει την πληροφορία σε μη γραμμική μορφή, να προσφέρει τη δυνατότητα συσχετίσεων (association) των πληροφοριών, τη διαδραστικότητα με το χρήστη που θα μπορεί να εισάγει δικές του πληροφορίες, συνόψεις και σχόλια στο κείμενο, και «ενεργές λέξεις» που θα παραπέμπουν σε άλλα σχετικά κείμενα κλπ. Αν και ο συντάκτης του άρθρου προβλέπει τη δημιουργία μιας αυτόνομης μηχανής μάλλον παρά ενός κατανεμημένου συστήματος όπως είναι το Διαδίκτυο, γίνεται η πρώτη αναφορά σε μηχανικό σύστημα διασύνδεσης των πληροφοριών.

Ωστόσο, ο Bush, όπως ακριβώς και ο Mendel², δεν είχε την τύχη να δει

1. Το νάιλον (και η διαδικασία πολυμερισμού), το ραντάρ, η χρήση υπέρηχων είναι μερικές μόνο από τις τεχνολογίες που βρήκαν άμεση εφαρμογή σε ειρηνικές χρήσεις, αμέσως μετά το πέρας του πολέμου.

2. Όπως ο ίδιος ο Bush σημειώνει, «οι νόμοι της κληρονομικότητας του Mendel