

# Αποσυνθέτοντας το Πρόβλημα της Ψηφιακής Διατήρησης με Μοτίβα

Γιάννης Τζίτζικας<sup>1,2</sup> και Γιάννης Μαρκετάκης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης

<sup>2</sup>Ινστιτούτο Πληροφορικής, Ίδρυμα Τεχνολογίας Έρευνας (ΙΤΕ)

## Περίληψη

Η έννοια της Ψηφιακής Διατήρησης αναφέρεται στην προσπάθεια να προστατευθεί το ψηφιακό υλικό από την απώλεια, τη φθορά, τις αλλαγές της τεχνολογίας (υλικού και λογισμικού) καθώς και της γνώσης της κοινότητας. Δεδομένου ότι η σύγχρονη κοινωνία και οικονομία εξαρτώνται ολοένα και περισσότερο από πληροφορίες που είναι διαθέσιμες μόνο ψηφιακά, ο όγκος και η ποικιλομορφία των ψηφιακών αντικειμένων που καλούνται να διαφυλάξουν οι βιβλιοθήκες, τα αρχεία, οι εταιρείες, αλλά και οι απλοί πολίτες αυξάνεται συνεχώς. Εκ τούτου, η διατήρηση του ψηφιακού υλικού είναι σήμερα πιο σημαντική από ποτέ. Ωστόσο, το πρόβλημα της Ψηφιακής Διατήρησης είναι πολυσύνθετο. Η κατανόηση του προβλήματος και των διαστάσεών του, είναι σημαντική όχι μόνο για την διαφύλαξη αλλά και για τη βέλτιστη αξιοποίηση του ψηφιακού υλικού. Εκ τούτου, η εκπαίδευση και απόκτηση ικανοτήτων σε θέματα ψηφιακής διατήρησης είναι πολύ σημαντική. Για το λόγο αυτό θα παρουσιάσουμε έναν τρόπο αποσύνθεσης του προβλήματος της Ψηφιακής Διατήρησης που βασίζεται στην έννοια του Μοτίβου Ψηφιακής Διατήρησης (Digital Preservation Pattern). Θα παρουσιάσουμε 14 τέτοια μοτίβα, τις αλληλεξαρτήσεις τους, και ένα γενικότερο και πιο αφαιρετικό μοτίβο που καλύπτει τα προηγούμενα και βασίζεται σε σύγχρονες τεχνικές αναπαράστασης γνώσης και συλλογιστικής. Τέλος θα αναφερθούμε σε ένα εκπαιδευτικό βιβλίο που χρησιμοποιεί αυτήν την αποσύνθεση και αξιοποιεί την αξία του μύθου και της αφήγησης για να ελκύσει το ενδιαφέρον του αναγνώστη και να τον ευαισθητοποιήσει.

## Λέξεις Κλειδιά:

- Digital Preservation (Ψηφιακή Διατήρηση)
- Patterns (Μοτίβα)
- Εκπαίδευση (Education)
- Knowledge Representation (Αναπαράσταση Γνώσης)
- Reasoning (Συλλογιστική)

## 1 Εισαγωγή

Στον σύγχρονο κόσμο όλοι επικοινωνούν ή/και εργάζονται με υπολογιστές και έξυπνες συσκευές. Επικοινωνούμε ψηφιακά με ηλεκτρονικά μηνύματα και φωνητικές πλατφόρμες, διαβάζουμε ηλεκτρονικές εφημερίδες, αποτυπώνουμε ψηφιακά τις οικογενειακές μας φωτογραφίες και βίντεο, ακούμε ψηφιακά κωδικοποιημένη μουσική, χρησιμοποιούμε υπολογιστές για όλες σχεδόν τις δραστηριότητές μας, από τις καθημερινές μας αγορές έως σύνθετους υπολογισμούς και πειράματα που παράγουν νέα επιστημονική γνώση. Εν συντομία, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η σύγχρονη κοινωνία και η οικονομία εξαρτώνται ολοένα και περισσότερο από μια συντριπτική ποσότητα μόνο ψηφιακά διαθέσιμων πληροφοριών. Ενδεικτικό είναι το γεγονός ότι κάθε λεπτό στέλνονται περισσότερα από 18 εκατομμύρια γραπτά μηνύματα, και μισό εκατομμύριο tweets.<sup>1</sup>

Αναπόφευκτα, ο όγκος και η ποικιλομορφία των ψηφιακών αντικειμένων που καλούνται να διαφυλάξουν οι βιβλιοθήκες, τα αρχεία και οι εταιρείες αυξάνεται συνεχώς. Το ίδιο ισχύει και για τα «προσωπικά αρχεία» των πολιτών (όπως φωτογραφίες, βίντεο, διάφορα ψηφιακά αντικείμενα που σχετίζονται με τις σπουδές τους, την εργασία, τα χόμπι). Επομένως, είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι αυτά τα ψηφιακά αντικείμενα θα παραμείνουν λειτουργικά, χρησιμοποιήσιμα και κατανοητά στο μέλλον. Εντούτοις, όπως επεσήμανε ο Ηράκλειτος: «Τα πάντα ρει, μηδέποτε κατά τ' αυτό μένειν». Συνεπώς, η διατήρηση ψηφιακών πληροφοριών μέσα σε ένα ασταθές και ταχέως εξελισσόμενο

<sup>1</sup> Πηγή: <https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-7>

τεχνολογικό (και κοινωνικό) περιβάλλον δεν είναι ένα εύκολο πρόβλημα. Θα μπορούσαμε λοιπόν να περιγράψουμε τον κύριο στόχο της Ψηφιακής Διατήρησης με μια φράση:

Το ψηφιακό υλικό πρέπει να προστατεύεται από την απώλεια, τη φθορά, τις αλλαγές τεχνολογίας υλικού / λογισμικού και τις προόδους στη γνώση της κοινότητας

Όπως σημειώνεται στο [3], μπορούμε να εντοπίσουμε ένα παράδοξο: «Από τη μία πλευρά, θέλουμε να διατηρήσουμε τις ψηφιακές πληροφορίες άθικτες όπως δημιουργήθηκαν. από την άλλη, θέλουμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτές τις πληροφορίες δυναμικά και με τα πιο προηγμένα εργαλεία». Δεν είναι δύσκολο να συνειδητοποιήσουμε ότι η έννοια του χρόνου και της εξέλιξης είναι σημαντική και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η Ψηφιακή Διατήρηση χαρακτηρίστηκε ως «διαλειτουργικότητα με το μέλλον». Όπως περιγράφεται και στο [7], η διατήρηση μόνο των δυαδικών ψηφίων των ψηφιακών αντικειμένων δεν αρκεί. Πρέπει να προσπαθήσουμε να διατηρήσουμε την ακεραιότητά τους, την προσβασιμότητά τους, την προέλευση, την αυθεντικότητα και την ερμηνευσιμότητά τους (από ανθρώπους και μηχανές). Ένας μακρύτερος ορισμός της ψηφιακής διατήρησης, όπως συνήθως ορίζεται, ακολουθεί:

Στη βιβλιοθηκονομία και αρχειονομία, η ψηφιακή διατήρηση αναφέρεται στην προσπάθεια διασφάλισης ότι οι ψηφιακές πληροφορίες θα παραμείνουν προσβάσιμες και χρησιμοποιήσιμες. Αυτό απαιτεί σχεδιασμό, τη διάθεση των απαραίτητων πόρων και την εφαρμογή μεθόδων και τεχνολογιών για τη ψηφιακή διατήρηση. Περιλαμβάνει επίσης πολιτικές, στρατηγικές και δράσεις για να εξασφαλίσει την πρόσβαση σε αναδιαμορφωμένο και αποκλειστικά ψηφιακό περιεχόμενο, ανεξάρτητα από τις τυχόν αποτυχίες των μέσων αποθήκευσης και των αλλαγών των τεχνολογιών. Ο στόχος της ψηφιακής διατήρησης είναι η ακριβής απόδοση του πιστοποιημένου περιεχομένου με την πάροδο του χρόνου

## 2 Η Δυσκολία της Ψηφιακής Διατήρησης

Στο [4] περιγράφονται αδρομερώς οι ανάγκες για την ψηφιακή διατήρηση, ωστόσο το πρόβλημα παραμένει πολυσύνθετο και δύσκολο για διάφορους λόγους, καθώς:

- Απαιτεί γνώσεις πληροφορικής πολλών επιπέδων,
- Εμπλέκει πολλές τεχνολογίες και κάποιες από αυτές μπορεί να είναι παρωχημένες.

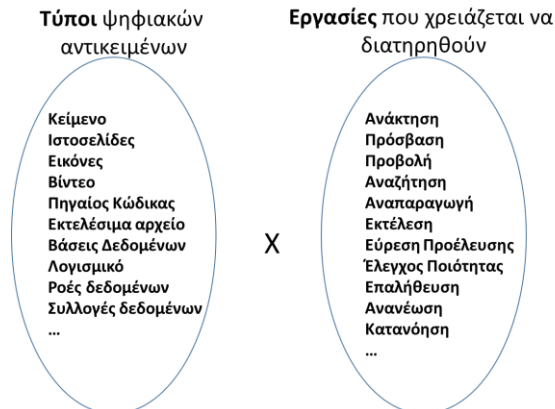
Η κατανόηση του προβλήματος και των διαστάσεών του, είναι σημαντική για την διαφύλαξη και τη βέλτιστη αξιοποίησή του ψηφιακού υλικού. Εκ τούτου, η εκπαίδευση σε θέματα ψηφιακής διατήρησης είναι πολύ σημαντική. Αυτή αφορά:

- Άτομα που είναι υπεύθυνα για τη διαχείριση και επιμέλεια ψηφιακού υλικού σε βιβλιοθήκες, αρχεία και μουσεία,
- Μηχανικούς που χρησιμοποιούν ή σχεδιάζουν συστήματα για ψηφιακή διατήρηση,
- Μηχανικούς πληροφορικής ώστε το λογισμικό που παράγουν να λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις ψηφιακής διατήρησης,
- Πολίτες γενικά για να προστατεύσουν το υλικό που παράγουν, αφού η ψηφιακή διατήρηση δεν αποτελεί ακόμα τυπική υποχρέωση πολλών εμπλεκομένων (βλέπε blogs).

## 3 Αποσυνθέτοντας το Πρόβλημα σε Μοτίβα

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε στην κατοχή μας ένα ψηφιακό αρχείο το οποίο περιέχει ένα βίντεο. Προφανώς θέλουμε να διατηρήσουμε τη δυνατότητα αναπαραγωγής του βίντεο. Για να το επιτύχουμε αυτό χρειάζεται πρώτα να μπορούμε να ανακτήσουμε ακέραια τα δυαδικά ψηφία που το αποτελούν. Επίσης θα θέλαμε να διατηρήσουμε τη δυνατότητα ερμηνείας αυτών των δυαδικών ψηφίων, κάτι το οποίο εξαρτάται από το μορφότυπο του βίντεο, ώστε να μπορούμε να προβάλουμε το βίντεο. Τέλος θα θέλαμε να διατηρήσουμε και πληροφορίες σχετικά με την προέλευσή του, ή και πληροφορίες σχετικές με το περιεχόμενό του (λ.χ. ποιες οντότητες ή γεγονότα εμφανίζονται στο βίντεο, τεκμήρια για την αυθεντικότητα του βίντεο κ.α.). Παρατηρούμε λοιπόν ότι για το συγκεκριμένο ψηφιακό αντικείμενο, και κατ' αντιστοιχία για αντικείμενα διαφορετικών τύπων, χρειάζεται να διατηρήσουμε την ικανότητα επίτευξης πολλών διαφορετικών εργασιών (ανάκτηση, προέλευση, περιεχόμενο, αυθεντικότητα, κ.α.).

Θα μπορούσαμε λοιπόν να αναλύσουμε το πρόβλημα της ψηφιακής διατήρησης σύμφωνα με: (α) τον **τύπο** ψηφιακών αντικειμένων (π.χ. έγγραφα, σελίδες html, εικόνες, λογισμικό, πηγαίο κώδικα, δεδομένα, κ.α.), και (β) την **εργασία** που θέλουμε να διασφαλίσουμε ότι θα μπορούμε να κάνουμε στο μέλλον (π.χ. ανάγνωση, επεξεργασία, αναπαραγωγή, ανάκτηση προέλευσης κ.α.). Μια ενδεικτική λίστα τύπων ψηφιακών αντικειμένων και εργασιών περιγράφεται στην Εικόνα 1.



Εικόνα 1 Τύποι Αντικειμένων – Τύποι Εργασιών

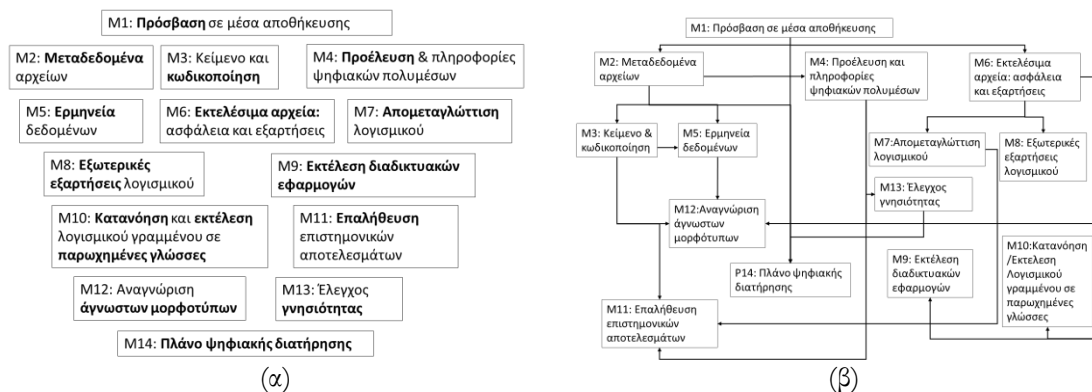
Ένα ζεύγος τύπος - εργασία, π.χ. το ζεύγος Βίντεο-Αναπαραγωγή αντιστοιχεί σε ένα *στόχο* ψηφιακής διατήρησης, στην προκειμένη στη διατήρηση της δυνατότητας αναπαραγωγής βίντεο. Εκ τούτου, μια προσέγγιση για την ανάλυση του προβλήματος της ψηφιακής διατήρησης θα μπορούσε να είναι η ανάλυση όλων των συνδυασμών τύπων και εργασιών, δηλαδή η ανάλυση  $|Τύπων| * |Εργασίες|$  αριθμού περιπτώσεων. Ωστόσο, δεν έχουν νόημα όλοι οι συνδυασμοί για παράδειγμα, η εργασία «Εκτέλεση» είναι εφαρμόσιμη στο λογισμικό και όχι στα αρχεία κειμένου. Επιπλέον, δεν είναι όλες οι περιπτώσεις ξεχωριστές. Αυτή είναι η λογική για την προσέγγιση του προβλήματος της ψηφιακής διατήρησης μέσω της έννοιας του *Μοτίβου* (Pattern).

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ένα Μοτίβο είναι ένα συχνά εμφανιζόμενο πρόβλημα και ουσιαστικά αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα ζεύγη τύπου-εργασίας. Γενικά, η ιδέα του Μοτίβου, ή Σχεδιαστικού Προτύπου (design pattern), προέκυψε ως αρχιτεκτονική έννοια από τον Christopher Alexander. Στη δεκαετία του 1990, οι Kent Beck και Ward Cunningham άρχισαν να πειραματίζονται με την ιδέα της εφαρμογής σχεδιαστικών προτύπων στον προγραμματισμό [1]. Τα σχεδιαστικά πρότυπα κέρδισαν δημοτικότητα στην επιστήμη των υπολογιστών και τώρα έχουμε μοτίβα στο σχεδιασμό λογισμικού (software design), το σχεδιασμό της διασύνδεσης (interface design), σχεδιαστικά πρότυπα για ασφάλεια (secure design patterns), κ.α. Για παράδειγμα, στη σχεδίαση λογισμικού, ένα σχεδιαστικό πρότυπο είναι μια γενικά επαναλαμβανόμενη λύση σε ένα πρόβλημα στο σχεδιασμό λογισμικού. Ένα σχεδιαστικό πρότυπο δεν είναι ένα τελικό σχέδιο που μπορεί να μετατραπεί άμεσα σε κώδικα. Πρόκειται για μια περιγραφή ή ένα πρότυπο για τον τρόπο επίλυσης ενός προβλήματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές διαφορετικές περιπτώσεις.

#### 4 Επισκόπηση των Μοτίβων Ψηφιακής Διατήρησης

Παράκλιτω παρουσιάζουμε αδρομερώς έναν τρόπο αποσύνθεσης του προβλήματος της Ψηφιακής Διατήρησης που βασίζεται στην έννοια του Μοτίβου Ψηφιακής Διατήρησης (Digital Preservation Pattern), όπου ένα μοτίβο αντιστοιχεί σε ένα συχνά εμφανιζόμενο πρόβλημα και ουσιαστικά αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα ζεύγη τύπου-εργασίας. Προφανώς υπάρχουν *εξαρτήσεις* μεταξύ των εργασιών, π.χ. δεν μπορούμε να αναπαράγουμε ένα βίντεο εάν δεν έχουμε διατηρήσει τα δυαδικά ψηφία του, δηλαδή εάν δεν μπορεί να επιτευχθεί ο στόχος που σχετίζεται με το ζεύγος Βίντεο-Ανάκτηση.

Συγκεκριμένα αποσυνθέτουμε το πρόβλημα της ψηφιακής διατήρησης με 14 μοτίβα και ένα σύνολο εξαρτήσεων μεταξύ αυτών. Η Εικόνα 2 (αριστερά) παρουσιάζει το σύνολο των διαφορετικών μοτίβων που έχουμε αναγνωρίσει, ενώ η Εικόνα 2 (δεξιά) και παρουσιάζει τις εξαρτήσεις τους, όπου ένα βέλος  $Mx \rightarrow My$  σημαίνει ότι το πρότυπο  $My$  προϋποθέτει το μοτίβο  $Mx$ .



Εικόνα 2 Τα μοτίβα για την ψηφιακή διατήρηση και οι εξαρτήσεις τους.

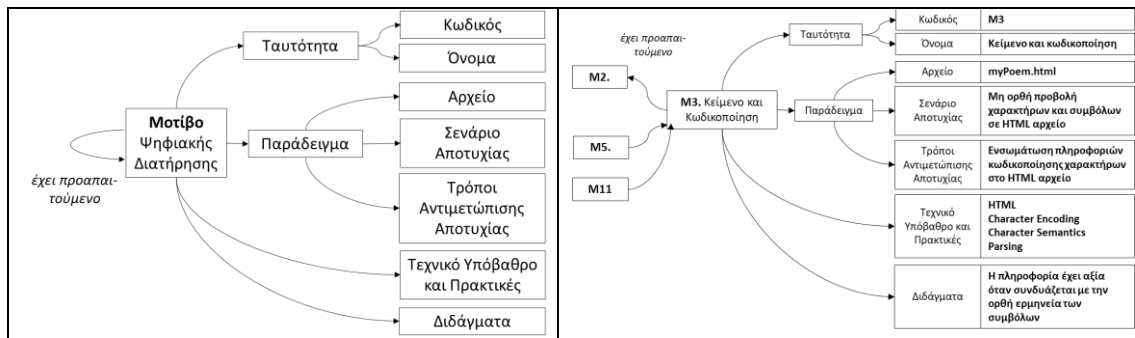
Ακολούθως ο Πίνακας 1 δείχνει τα ζεύγη **τύπος ψηφιακού αντικειμένου – εργασία** για κάθε μοτίβο.

**Πίνακας 1** Τα μοτίβα για την ψηφιακή διατήρηση με τα αντίστοιχα ζεύγη τύπος ψηφιακού αντικειμένου - εργασία

Μοτίβο	Όνομα Μοτίβου	Τύπος ψηφιακού αντικειμένου	Εργασία που θέλουμε να διατηρήσουμε
M1	Πρόσβαση σε Μέσα αποθήκευσης	Ψηφιακό αντικείμενο	Ανάκτηση δυαδικών ψηφίων
M2	Μεταδεδομένα αρχείων	Ψηφιακό αντικείμενο	Ανάκτηση μεταδεδομένων
M3	Κείμενο και κωδικοποίηση	Αρχείο κειμένου	Αναπαράσταση συμβόλων
M4	Προέλευση και πληροφορίες ψηφιακών πολυμέσων	Αρχείο ήχου, εικόνας, βίντεο	Ανάκτηση πληροφοριών προέλευσης
M5	Ερμηνεία δεδομένων	Συλλογή δεδομένων	Κατανόηση δεδομένων
M6	Εκτελέσιμα αρχεία: ασφάλεια και εξαρτήσεις	Λογισμικό	Εκτέλεση, ανίχνευση εξαρτήσεων, επαλήθευση ασφάλειας εκτέλεσης
M7	Απομεταγλώττιση Λογισμικού	Λογισμικό	Απομεταγλώττιση
M8	Εξωτερικές εξαρτήσεις λογισμικού	Λογισμικό	Μεταγλώττιση, εύρεση εξαρτήσεων
M9	Εκτέλεση Διαδικτυακών Εφαρμογών	Διαδικτυακή εφαρμογή	Εκτέλεση
M10	Κατανόηση και εκτέλεση λογισμικού γραμμένο σε παρωχημένες γλώσσες	Λογισμικό (παρωχημένο)	Εκτέλεση, Κατανόηση
M11	Επαλήθευση επιστημονικών αποτελεσμάτων	Επιστημονικό άρθρο	Επαλήθευση αποτελεσμάτων/ πειραμάτων
M12	Αναγνώριση άγνωστων μορφοτύπων	Ψηφιακό αντικείμενο άγνωστου μορφοτύπου	Αναγνώριση, προβολή περιεχομένων
M13	Έλεγχος γνησιότητας	Αρχείο κειμένου	Κατανόηση περιεχομένου, έλεγχος γνησιότητας περιεχομένου
M14	Πλάνο Ψηφιακής Διατήρησης	Συλλογή ψηφιακών Αντικείμενο	όλες

## 5 Εκπαίδευση με Μοτίβα

Κάθε μοτίβο όπως είπαμε αντιστοιχεί σε ζευγάρια Τύπος-Εργασία. Η χρήση των μοτίβων για λόγους εκπαίδευσης προτείνεται να γίνεται με συγκεκριμένα παραδείγματα και σενάρια (αποτυχίας και επιτυχίας). Συγκεκριμένα κάθε μοτίβο μπορεί να συσχετιστεί με ένα συγκεκριμένο παράδειγμα (αρχείο), ένα ενδεικτικό σενάριο αποτυχίας, το σχετικό τεχνικό υπόβαθρο, τους πιθανούς τρόπους αντιμετώπισης, τα αναδυόμενα διδάγματα και τέλος την διασύνδεση με τα σχετικά (προσπαιτούμενα και εξαρτημένα) μοτίβα. Τα συστατικά αυτά φαίνονται στην Εικόνα 3 (αριστερά).



Εικόνα 3 Τρόπος Περιγραφής κάθε μοντίβου (αριστερά), και παράδειγμα (δεξιά)

Ενδεικτικά, στην Εικόνα 3 (δεξιά) παρουσιάζονται οι πληροφορίες που αφορούν το μοτίβο «M3 Κείμενο και Κωδικοποίηση», όπου ξεκινώντας από ένα συγκεκριμένο αρχείο, συγκεκριμένα το myPoem.html, δείχνουμε ποιο είναι το πρόβλημα που μπορεί να συναντήσει κάποιος χρήστης, ποιες είναι οι εναλλακτικές δράσεις ώστε να το αντιμετωπίσει, ποια είναι τα βήματα που θα μπορούσαν να είχαν γίνει ώστε να αποφευχθεί και ποιο είναι το μάθημα από συγκεκριμένο μοτίβο.

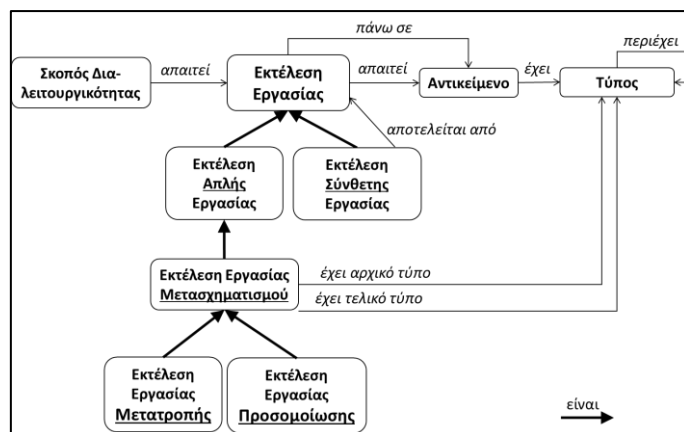
Έτσι περιγράφονται τα μοτίβα στο εκπαιδευτικό βιβλίο [9] το οποίο χρησιμοποιεί επιπλέον τη δύναμη της μυθοπλασίας και της αφήγησης. Συγκεκριμένα δίνει μια σύγχρονη εκδοχή του γνωστού παραμυθιού της Σταχτοπούτας, για δύο λόγους: (α) για να ελκύσει το ενδιαφέρον του αναγνώστη, και (β) για να προσφέρει τα συγκεκριμένα παραδείγματα (συγκεκριμένα αρχεία) επί των οποίων περιγράφονται τα Μοτίβα και γίνεται η σχετική τεχνική συζήτηση.

## 6 Το Μετα Μοτίβο

Παραπάνω είδαμε μια αποσύνθεση με βάσει τα ζεύγη Τύπος Ψηφιακού Αντικειμένου – Εργασία και επικεντρωθήκαμε στα πιο βασικά ζεύγη. Στην πράξη μπορεί να έχουμε και άλλους τύπους ψηφιακών αντικειμένων καθώς και πιο σύνθετες εργασίες. Εκ τούτου, θα ήταν καλό να έχουμε μια μεθοδολογία για την επέκταση των μοτίβων. Συνάμα η επίτευξη ενός στόχου μπορεί να είναι εφικτή αν συνδυαστούν πολλά πράγματα. Για παράδειγμα, πως μπορώ να τρέξω ένα πρόγραμμα με πηγαίο κώδικα γραμμένο σε μια παλαιά έκδοση μιας γλώσσας προγραμματισμού PASCAL σε ένα σύγχρονο έξυπνο τηλέφωνο; Αυτό μπορεί να ακούγεται δύσκολο ή αδύνατο, όμως μπορεί να καταστεί εφικτό αν ακολουθήσουμε μια σύνθετη ακολουθία μετασχηματισμών και προσομοιώσεων, π.χ. (α) να μετασχηματίσουμε τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος σε ισοδύναμο κώδικα της γλώσσας προγραμματισμού C++, ώστε να μπορούμε να το μεταγλωττίσουμε, και (β) να προσομοιώσουμε το περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος Windows σε ένα κινητό με λειτουργικό σύστημα Android ώστε να μπορεί να εκτελεστεί.

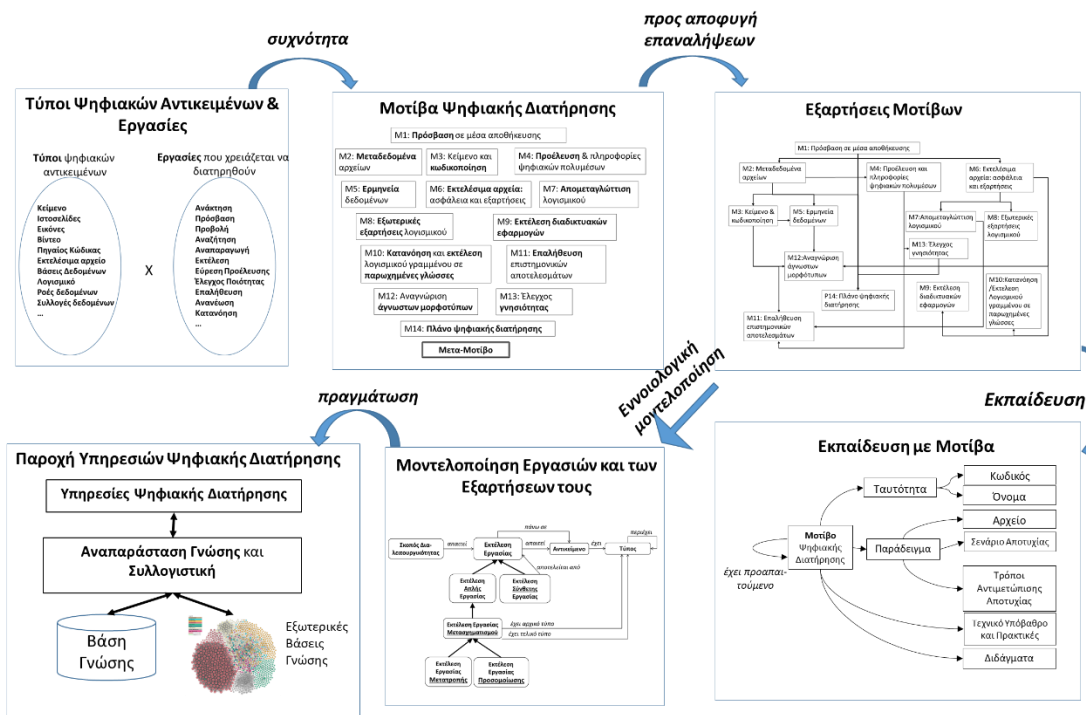
Τέτοιες αλυσίδες είναι δύσκολο να εντοπιστούν από τον άνθρωπο, πόσο μάλλον όταν το πλήθος των αντικειμένων και η ποικιλομορφία τους είναι μεγάλη. Η αυτόματη συλλογιστική (automated reasoning) [10] θα μπορούσε να συνδράμει. Προς αυτό το σκοπό στο άρθρο [8] προτείνεται ένας τρόπος μοντελοποίησης ο οποίος βασίζεται στη χρήση τεχνολογιών αναπαράστασης γνώσης, όπως είναι οι γλώσσες Σημασιολογικού Ιστού [2], και σε λογικούς κανόνες Horn [5]. Παρακάτω περιγράφουμε την προσέγγιση αδρομερώς. Στην ουσία κάθε Μοτίβο (Pattern) σχετίζεται με την επίτευξη μιας Εργασίας (Task) η οποία μπορεί να αναλύεται σε επιμέρους υποεργασίες (subtasks) που έκαστη χρειάζεται την ύπαρξη ενός ή περισσότερων αντικειμένων (όπως φαίνεται στην Εικόνα 4). Στο άρθρο [8] παρουσιάζεται αναλυτικά αυτή η προσέγγιση η οποία επιτρέπει τη μοντελοποίηση ψηφιακών αντικειμένων (τύποι και ιεραρχίες τύπων), εργασιών (με εξαρτήσεις και ιεραρχικά οργανωμένες), καθώς και μετατροπών (converters) και προσομοιωτών (emulators). Η μοντελοποίηση αυτή επιτρέπει την πραγμάτωση αυτόματων υπηρεσιών συλλογιστικής για την παροχή υπηρεσιών όπως: έλεγχος εκτελεσιμότητας εργασίας, υπολογισμός των συνεπειών από την απώλεια συγκεκριμένων (τύπων) ψηφιακών αντικειμένων, εντοπισμός των αντικειμένων που είναι απαραίτητα για την εκτέλεση μιας εργασίας. Αυτές οι υπηρεσίες έχουν υλοποιηθεί στο ερευνητικό πρωτότυπο Epimenides<sup>2</sup> [6].

<sup>2</sup> <https://isl.ics.forth.gr/epimenides/>



Εικόνα 4 Μοντελοποίηση των εργασιών και των εξαρτήσεων τους

Κλείνοντας, η συνολική πορεία για την αποσύνθεση του προβλήματος της Ψηφιακής Διατήρησης, για λόγους κατανόησης, εκπαίδευσης αλλά και για τη βελτίωση των τεχνικών λύσεων που υπάρχουν, παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.



Εικόνα 5 Η συνολική εικόνα

## 7 Επίλογος

Επειδή η Ψηφιακή Διατήρηση αφορά όλους μας, για λόγους ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης περιγράψαμε έναν τρόπο αποσύνθεσης του προβλήματος της ψηφιακής διατήρησης σύμφωνα με: (α) τους τύπους ψηφιακών αντικειμένων, και (β) τις εργασίες που θέλουμε να μπορούμε να κάνουμε σε αυτά. Στη συνέχεια, παρουσιάσαμε την έννοια του μοτίβου που αντιστοιχεί σε συχνά εμφανιζόμενες περιπτώσεις και ουσιαστικά αντιστοιχεί σε ένα ή περισσότερα ζεύγη τύπος αντικειμένου-εργασία. Ωστόσο, επειδή τα μοτίβα δεν είναι ανεξάρτητα, υπό την έννοια ότι κάποιος μπορεί να εξαρτάται από άλλα, παρουσιάσαμε τις σχέσεις μεταξύ των μοτίβων και περιγράψαμε ένα εννοιολογικό μοντέλο για τη μοντελοποίηση των εργασιών και τις εξαρτήσεις τους (οι τελευταίες μπορεί να είναι και άλλες εργασίες ή/και ψηφιακά αντικείμενα). Για τη χρήση των μοτίβων προτείνεται η χρήση απλών

παραδειγμάτων, και περιγράψαμε μια προσπάθεια περιγραφής τους που αξιοποιεί τη μυθοπλασία. Τέλος, περιγράψαμε αδρομερώς πώς μπορούμε να μοντελοποιήσουμε τους τύπους των ψηφιακών αντικειμένων και τις εργασίες χρησιμοποιώντας εκφραστικά πλαίσια αναπαράστασης γνώσης και πώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε αυτόματες υπηρεσίες συλλογιστικής για να διευκολύνουμε την επιτευξιμότητα των εργασιών (και τη διαχείριση των εξαρτήσεων γενικότερα).

## Αναφορές

- [1] Beck, K., 1987. Using pattern languages for object-oriented programs. <http://c2.com/doc/oopsla87.html>
- [2] Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O., 2001. The semantic web. *Scientific american*, 284(5), pp.28-37.
- [3] Chen, S. S., 2001. The paradox of digital preservation. *Computer*, 34(3), pp. 24-28.
- [4] Hedstrom, M., 1997. Digital preservation: a time bomb for digital libraries. *Computers and the Humanities*, 31(3), p.189.
- [5] Horn, A., 1951. On sentences which are true of direct unions of algebras. *The Journal of Symbolic Logic*, 16(1), pp.14-21.
- [6] Kargakis, Y., van Horik, R. and Tzitzikas, Y., 2014. Epimenides: Interoperability Reasoning for Digital Preservation. In *iPRES*.
- [7] Maj-Britt Olmütz Zierau, E., 2012. A holistic approach to bit preservation. *Library Hi Tech*, 30(3), pp.472-489.
- [8] Tzitzikas, Y., Kargakis, Y. and Marketakis, Y., 2015. Assisting digital interoperability and preservation through advanced dependency reasoning. *International Journal on Digital Libraries*, 15(2-4), pp.103-127.
- [9] Tzitzikas, Y. and Marketakis, Y., 2018. *Cinderella's Stick*. Springer International Publishing.
- [10] Wos, L., Overbeck, R., Lusk, E. and Boyle, J., 1984. *Automated reasoning: introduction and applications*.