



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Διαδικτυακή εφαρμογή επισημείωσης βίντεο,  
καταγραφής χορού με χρήση οντολογίας**

**Νικόλαος – Γ. – Παπαπέτρου**

**Επιβλέποντες: Γιάννης Ιωαννίδης, Καθηγητής  
Κατερίνα Ελ Ράχεμπ, Υποψήφια Διδάκτωρ**

**ΑΘΗΝΑ**

**06/2017**



**NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS**

**SCHOOL OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION**

**BSc THESIS**

**BalOnSe: a web-based interface for ontology based  
annotation of dance video recordings**

**Nikolaos – G. - Papapetrou**

**Supervisors:     Yannis Ioannidis, Professor  
                      Katerina El Raheb, PhD Candidate**

**ATHENS**

**06/2017**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Διαδικτυακή εφαρμογή επισημείωσης βίντεο,  
καταγραφής χορού με χρήση οντολογίας**

**Νικόλαος – Γ. – Παπαπέτρου**

**A.M .: 1115200900154**

**Επιβλέποντες: Γιάννης Ιωαννίδης, Καθηγητής  
Κατερίνα Ελ Ράχεμπ, Υποψήφια Διδάκτωρ**



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το BalOnSe είναι μια διαδικτυακή εφαρμογή η οποία επιτρέπει στον χρήστη να επισημειώνει βίντεο χορού, χρησιμοποιώντας οντολογία περιγραφής του πεδίου γνώσης της κίνησης και συγκεκριμένα της ορολογίας των κινήσεων του κλασικού μπαλέτου. Ειδικότερα, η εφαρμογή προσφέρει ένα συγκεκριμένο ιεραρχικό λεξιλόγιο το οποίο εκφράζεται στην γλώσσα των οντολογιών OWL-2. Το BalOnSe υποστηρίζει την σημασιολογική αναζήτηση και προσπέλαση των βίντεο, με δύο τρόπους: 1) αξιοποιώντας τα μεταδεδομένα των βίντεο όπως τίτλο, χορευτή, κλπ. και, 2) μέσω της 'αναζήτηση βάση χορευτικών κινήσεων', δηλαδή αναζήτηση των βίντεο βάση των επισημειώσεων που έχουν προστεθεί στα βίντεο από τους διάφορους χρήστες. Στο πλαίσιο αυτής της εργασίας παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής, η δομή της οντολογίας που χρησιμοποιήθηκε, η αρχιτεκτονική του συστήματος, καθώς και οι τεχνολογίες που υλοποιούν τόσο την διεπαφή όσο και στην τεχνολογική και αρχειοθετική υποδομή της εφαρμογής. Τέλος παρουσιάζονται και αναλύονται κάποιες σχεδιαστικές αποφάσεις τόσο του μοντέλου περιγραφής του πεδίου όσο και της ίδιας της διεπαφής.

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ:** Επικοινωνία Ανθρώπου Μηχανής

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Επισημείωση βίντεο, Οντολογία, Αναπαράσταση κινήσεων, Σημασιολογία, Μπαλέτο, Διαδικτυακή εφαρμογή.

## **ABSTRACT**

BalOnSe (named after the ballet step balance) is an ontology-based web interface that allows the user to annotate classical ballet videos, with a hierarchical domain specific vocabulary and also provides an archival system for videos of dance. The interface integrates a hierarchical vocabulary based on classical ballet syllabus terminology (Ballet.owl) implemented as an OWL-2 ontology. BalOnSe supports the search and browsing of the multimedia content using metadata (title, dancer featured, etc.), and also implements the functionality of "searching by movement concepts", i.e., filtering the videos that are associated with particular required terms of the vocabulary, based on previous submitted annotations. In this work, I would like to dwell deeper on some of the technical characteristics of the application, such as, analyze the underlying structure of the used ontology and it's conceptual modeling decisions, talk about the choices made when picking the front-end and back-end technologies for the implementation and finally highlight the main functionality of the system.

**SUBJECT AREA:** Human Computer Interaction

**KEYWORDS:** Video Annotation, Ontology, Movement Representation, Semantics, Ballet, Web application.

## **ΑΦΙΕΡΩΣΗ**

Θα ήθελα να αφιερώσω αυτό το έργο στο κορίτσι μου για όλη την υποστήριξη που μου έδωσε καθ'όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου και την έμπνευση που μου έδωσε. Θα ήθελα επίσης να αναγνωρίσω τους πολλούς τρόπους με τους οποίους η εργασία αυτή με βοήθησε να διαμορφώσω το μέλλον μου με την γνώση και την εμπειρία που μου παρείχε.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Για την επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες μου, τον καθηγητή Γιάννη Ιωαννίδη και Κατερίνα Ελ Ράχεμπ, για την υποστήριξη που μου παρείχαν. Θα ήθελα επίσης να τονίσω το γεγονός ότι η καθοδήγησή τους ήταν ένας από τους ακρογωνιαίους λίθους που βοήθησαν το έργο να είναι αυτό που είναι σήμερα.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....  | <b>14</b> |
| <b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....                                     | <b>15</b> |
| <b>2. ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ</b> .....                              | <b>16</b> |
| 2.1 Εργαλεία επισημείωσης κίνησης .....                      | 16        |
| <b>3. ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ</b> .....                          | <b>18</b> |
| 3.1 <b>Οντολογία</b> .....                                   | <b>18</b> |
| 3.1.1 Ιστορία του όρου .....                                 | 18        |
| 3.1.2 Διάφοροι ορισμοί του όρου Οντολογία .....              | 19        |
| 3.2 <b>Γλώσσα οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό (OWL)</b> ..... | <b>22</b> |
| 3.2.1 Ορισμός.....   | 22        |
| 3.2.2 Γλώσσα οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό έκδοση 2η .....  | 22        |
| 3.3 <b>Συλλογιστική σε οντολογίες</b> .....                  | <b>25</b> |
| 3.4 <b>Μοντέλα αναπαράστασης χορού</b> .....                 | <b>26</b> |
| 3.4.1 Λεξιλόγιο Επισημειώσεων / Οντολογία.....               | 26        |
| <b>4. ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ</b> .....                 | <b>28</b> |
| 4.1 <b>Wireframes Ιστοσελίδων</b> .....                      | <b>28</b> |
| 4.2 <b>Mockup</b> .....                                      | <b>29</b> |
| 4.3 <b>Prototyping</b> .....                                 | <b>30</b> |
| 4.4 <b>Wireframes/Mockups στην εφαρμογή</b> .....            | <b>30</b> |
| 4.5 <b>Πρωτότυπα της εφαρμογής</b> .....                     | <b>35</b> |
| <b>5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ</b> .....                           | <b>39</b> |
| 5.1 <b>Αρχιτεκτονική του συστήματος</b> .....                | <b>39</b> |
| 5.1.1 Η οντολογία μπαλέτου της εφαρμογής .....               | 39        |
| 5.1.2 Η βάση δεδομένων .....                                 | 41        |
| 5.1.3 Ο διακομιστής Java EE .....                            | 43        |
| <b>6. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΙΕΠΑΦΗΣ</b> .....                           | <b>47</b> |
| <b>7. Η ΤΕΛΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ</b> .....                            | <b>49</b> |
| <b>8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....                                 | <b>56</b> |
| <b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ</b> .....                               | <b>57</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ - ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....</b> | <b>58</b> |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....</b>             | <b>59</b> |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

|   |    |
|---|----|
| Σχήμα 1: Οντολογία που εκφράζει πρότυπα μοντέλα για την περιγραφή του πεδίου γνώσης .....   | 20 |
| Σχήμα 2: Η δομή της OWL 2 .....   | 23 |
| Σχήμα 3: Παραδείγματα πολυπλοκότητας λογικής περιγραφής .....   | 25 |
| Σχήμα 4: Υποκατηγορίες στην Οντολογία.....  | 27 |
| Σχήμα 5: Η απεικόνιση τμήματος της οντολογίας στο πρόγραμμα Protégé [7].....  | 40 |
| Σχήμα 6: Μέρος της οντολογίας, παρουσιάζοντας τις υποκατηγορίες των Γενικών Ενεργειών Turn και Jump, οι οποίες είναι επίσης υποκατηγορίες του Λεξιλογίου Κινήσεων Μπαλέτου [7]..... | 41 |
| Σχήμα 7: Δομή της βάσης δεδομένων .....   | 43 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

|   |    |
|---|----|
| Εικόνα 1: Wireframe επηρεασμένο από το ANVIL 1.....                                 | 31 |
| Εικόνα 2: Wireframe επηρεασμένο από το ANVIL 2.....                                 | 31 |
| Εικόνα 3: Wireframe σελίδας video.....  | 32 |
| Εικόνα 4: Wireframe αρχικής σελίδας.....  | 33 |
| Εικόνα 5: Wireframe προηγμένης σελίδας αναζήτησης.....                              | 34 |
| Εικόνα 6: Πρόωρη απεικόνιση της σελίδας βίντεο .....                                | 36 |
| Εικόνα 7: Σελίδα μεταφόρτωσης βίντεο .....  | 37 |
| Εικόνα 8: Πρωτότυπο αρχικής σελίδας.....  | 38 |
| Εικόνα 9: Αρχική σελίδα .....   | 49 |
| Εικόνα 10: Απεικόνιση της σελίδας Search by Movement.....                           | 49 |
| Εικόνα 11: Σελίδα βίντεο.....   | 50 |
| Εικόνα 12: Απεικόνιση της λειτουργίας προσθήκης νέων επισημειώσεων .....            | 51 |
| Εικόνα 13: Σελίδα σύνθετης αναζήτησης.....  | 51 |
| Εικόνα 14: Σελίδα βίντεο, επιλέγοντας έναν όρο για εισαγωγή νέας επισημείωσης ..... | 53 |
| Εικόνα 15: Σελίδα απεικόνισης του Ιεραρχικού δέντρου λεξιλογίου.....                | 54 |
| Εικόνα 16: Αναζήτηση μέσω κίνησης .....   | 54 |
| Εικόνα 19: Σελίδα εγγραφής χρήστη .....   | 55 |

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

|  |    |
|--|----|
| Πίνακας 1: OWL-2 Σύνταξη .....                   | 24 |
| Πίνακας 2: Μέθοδοι Http του RESTful API μας..... | 45 |

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το έργο αυτό διεξήχθη στο πλαίσιο της ομάδας MADgIK (Management of Data, Information and Knowledge Group) του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ένας από τους λόγους για τους οποίους επέλεξα αυτό το θέμα για την πτυχιακή μου, είναι το γνήσιο ενδιαφέρον μου για την εμπειρία χρήστη (User Experience) και την διεπαφή χρήστη (User Interface) καθώς και η πεποίθησή μου ότι υπήρχαν πολλά πράγματα που θα μπορούσα να κερδίσω, αλλά και να δώσω συμμετέχοντας σε αυτό το πρόγραμμα, μια απόφαση που δεν έχω μετανιώσει στο ελάχιστο.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βίντεο χορού κάθε είδους μπορούν να βρεθούν σε μεγάλο όγκο σε διαδικτυακά πολυμέσα και σε κανάλια κοινωνικών δικτύων όπως το youtube, το vimeo, το facebook κλπ. Ενώ υπάρχουν πιο προηγμένες τεχνολογίες για την ανάλυση και την σύλληψη της κίνησης ολόκληρου του σώματος, το βίντεο παραμένει ένα πολύ άμεσο εργαλείο για την διάδοση και ανάλυση μιας χορευτικής αλληλουχίας κινήσεων, για εκπαιδευτικό ή ερευνητικό σκοπό. Επίσης, πρόσφατα έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες για την οργάνωση βίντεο χορού ως πολυμέσα πλούσιου περιεχομένου (Rich Content Multimedia), όπως το eClap [4], όπου τα χορευτικά βίντεο μπορούν να προσπελασθούν και να αναζητηθούν χρησιμοποιώντας μεταδεδομένα σχετικά με τον καλλιτέχνη, την καλλιτεχνική ομάδα, τον τίτλο κλπ.

Η εργασία αυτή έχει ως στόχο να βοηθήσει στη βελτιστοποίηση του τρόπου αρχειοθέτησης και οργάνωσης ενός συνόλου βίντεο χορού σύμφωνα με το περιεχόμενό τους. Είναι κάτι το οποίο θέλουμε να φέρουμε εις πέρας χρησιμοποιώντας μια διεπαφή επισημείωσης βίντεο, δηλαδή μια πλατφόρμα πάνω στην οποία ο χρήστης θα μπορεί να επισημειώσει πάνω στα διάφορα βίντεο και όπου μεταπληροφορία θα μπορεί να αντλείται από τα βίντεο αυτά βάση των επισημειώσεών τους.

Για να συνεχίσουμε να δουλεύουμε προς αυτόν τον στόχο, θεωρήσαμε θεμιτό να περιορίσουμε την θεματική των βίντεο με τα οποία θα ασχολούμασταν και έτσι επιλέξαμε το μπαλέτο ως θεματική. Το μπαλέτο, όπως κάθε άθλημα, πολεμική τέχνη και είδος χορού, έχει ένα πολύ συγκεκριμένο λεξιλόγιο για τις κινήσεις και τις τεχνικές του. Για το έργο μας χρησιμοποιήσαμε ως βάση ένα σύνολο επιλεγμένων βίντεο από σόλο χορογραφίες μπαλέτου.

Τέλος, μέσα στην τελευταία δεκαετία, διάφορες ομάδες έχουν χρησιμοποιήσει αρκετές διεπαφές επισημείωσης βίντεο, ως εργαλεία για την εξαγωγή μεταδεδομένων, από τα εν λόγω βίντεο, έχοντας διαφορετικούς βαθμούς αυτοματοποίησης και σημασιολογικής ανάλυσης [15]. Για να διαφοροποιήσουμε το πείραμά μας από τα προηγούμενα, αλλά και για να δώσουμε περισσότερη λειτουργική αξία στην δουλειά αυτή, προσπαθήσαμε να παρατηρήσουμε ποιοι γλωσσικοί όροι μπορούν να είναι χρήσιμοι για τον χρήστη, τόσο μέσα στο πλαίσιο της ορολογίας του μπαλέτου, όσο και μέσα στο πιο γενικό πλαίσιο της ανθρώπινης κίνησης.

Έχοντας τα δύο αυτά πλαίσια από τα οποία αντλούμε τους γλωσσικούς όρους, ένα ειδικό, αυτό της θεματικής των βίντεο, και ένα γενικότερο, αυτό της ανθρώπινης κίνησης, επιδιώξαμε να φτιάξουμε μια λειτουργική διεπαφή που να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες διαφόρων τεχνικών επιπέδων, από επαγγελματίες μέχρι ερασιτέχνες στον χώρο του χορού.

## 2. ΣΧΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Πριν από την έναρξη της υλοποίησης του έργου, η διερεύνηση των αναγκών του και της αρχιτεκτονικής του ήταν κρίσιμα βήματα στα οποία έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση. Το πρώτο πράγμα που κάναμε, ήταν μια διεξοδική εξέταση των επιστημονικών εργασιών και άλλων σχετικών δημοσιεύσεων που αφορούσαν την αποτύπωση της κίνησης, την επισημείωση σε βίντεο, την καταγραφή βίντεο και την εξαγωγή μεταδεδομένων από βίντεο χορού. Επιπλέον, δεδομένου ότι πρόκειται για ένα εργαλείο επισημείωσης βίντεο στο διαδίκτυο, ήταν σημαντικό να μελετήσουμε και να αναλύσουμε τα προϋπάρχοντα εργαλεία σχολιασμού βίντεο. Έπρεπε επίσης να εξετάσουμε πώς θα υλοποιήσουμε το «λεξιλόγιο» επισημείωσης, να βρούμε το περιεχόμενο, την θεματική και τη δομή του, καθώς και την λειτουργία αναζήτησης των βίντεο βάση επισημειώσεων.

### 2.1 Εργαλεία επισημείωσης κίνησης

Η περιγραφή της κίνησης και της κατάτμησης αναγνωρισμένων οντοτήτων κίνησης που έχουν νόημα σε διάφορα πλαίσια, όπως η χειρονομία, η μη λεκτική επικοινωνία, η νοηματική γλώσσα, οι αθλητικές δραστηριότητες, ο χορός κλπ. παραμένει σήμερα ένας σημαντικός ερευνητικός τομέας γεμάτος προκλήσεις. Δύο κύρια ανοικτά ζητήματα παραμένουν: η πρώτη είναι η αυτοματοποιημένη κατάτμηση βίντεο από ακολουθίες κινήσεων με βάση την αναγνώριση προτύπων ή με άλλες τεχνολογικά εξελιγμένες μεθοδολογίες και το δεύτερο πρόβλημα είναι η ανάπτυξη σημασιολογικών μοντέλων που να αντιπροσωπεύουν τα συγκεκριμένα κινητικά λεξιλόγια ανά πεδίο γνώσης. Για την δουλειά αυτή, λάβαμε υπόψη μας την οποιαδήποτε προηγούμενη πρόοδο στους εμπλεκόμενους τομείς. Ένα από τα σημαντικά εργαλεία στον τομέα είναι η διεπαφή Anvil και η αντίστοιχη δομή της για επισημείωση μέσω επικοινωνιακών χειρονομιών, το οποίο τελικά υποστηρίζει την αναπαράσταση της κίνησης σε δύο διαστάσεις με βάση το χρόνο και τις ειδικές περιγραφές των κινήσεων σε βίντεο [10].

Το ANVIL είναι ένα δωρεάν εργαλείο, που δημιουργήθηκε από τον Michael Kirp. Προσφέρει την δυνατότητα δημιουργίας επισημειώσεων πολλαπλών επιπέδων με βάση ένα καθορισμένο από το χρήστη σύστημα κωδικοποίησης. Κατά τη διάρκεια της κωδικοποίησης, ο χρήστης μπορεί να δει στοιχεία, κωδικοποιημένα με χρώμα, πάνω σε πολλαπλές μπάρες με βάση τον άξονα του χρόνου. Ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι οι διεπιπεδικοί σύνδεσμοι, τα μη-χρονικά αντικείμενα, οι μπάρες σημείων στον χρόνο, η ανάλυση συμφωνίας κωδικοποίησης, η προβολή των δεδομένων καταγραφής κίνησης σε τρεις διαστάσεις και ένα εργαλείο για τη διαχείριση ολόκληρων σωμάτων επισημειωμένων αρχείων. Αρχικά υλοποιημένο για έρευνα πάνω σε χειρονομίες το 2000, το ANVIL χρησιμοποιείται πλέον σε πολλούς ερευνητικούς τομείς, όπως η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, η γλωσσολογία, η ανθρωπολογία, η ψυχοθεραπεία, οι ενσωματωμένοι πράκτορες, η ηλεκτρονική σχεδίαση και η ωκεανογραφία.

Όπως οι Bertini et al. εξηγούν [1], ένας τυπικός τρόπος για να επισημειώσουμε βίντεο απαιτεί την ταξινόμηση στοιχείων του βίντεο (π.χ., γεγονότα και αντικείμενα) σύμφωνα με κάποια προκαθορισμένη οντολογία του πεδίου γνώσης του βίντεο. Στην ίδια δημοσίευση χρησιμοποιεί εικονογραφικά εμπλουτισμένες οντολογίες που βασίζονται τόσο σε γλωσσικές έννοιες όσο και σε οπτικές αναπαραστάσεις καθώς και στην εφαρμογή λύσεων για την επισημείωση και ανάκτηση των βίντεο βάση αυτών των εκτεταμένων οντολογιών.



Οι Ramadoss και Rakummar [13] παρουσίασαν την αρχιτεκτονική του συστήματος ενός εργαλείου επισημειώσεων, ενός ημιαυτόματου εργαλείου συγγραφής και μιας μηχανής αναζήτησης για τους χορογράφους, τους χορευτές και τους σπουδαστές του χορού της Ινδίας, για να δείξουν πώς μπορούν να επισημειωθούν πολυμέσα χορού και πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτές οι πληροφορίες για την ανάκτηση των επισημειωμένων αντικειμένων [13].

Στην δημοσίευσή τους, στην οποία παρουσιάζουν τα σημασιολογικά μοντέλα που χρησιμοποιούν, διευκρινίζεται ότι τα βίντεο κλιπ του ινδικού χορού αποτελούν παράδειγμα χορευτικών βίντεο που επέτρεψαν στους συγγραφείς να θεωρούν το περιεχόμενο ως αφηγήσεις. Σε αυτή την περίπτωση, οι κινήσεις θα μπορούσαν εύκολα να χαρτογραφηθούν με βάση, συγκεκριμένα τμήματα του τραγουδιού, και τη διάθεση που περιγράφει η κίνηση και οι στίχοι [12].

Οι Singh et al. [15] παρουσίασαν το Χορογραφικό Σημειωματάριο (Choreographic Notebook), το οποίο είναι ένα εργαλείο πολυτροπικών επισημειώσεων, που υποστηρίζει τη χρήση κειμένου, ψηφιακού μελανιού, και το οποίο έχει στόχο να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας του σύγχρονου χορού.

Ένα παρόμοιο εργαλείο πολυτροπικών επισημειώσεων παρουσιάστηκε από τους Cabral et al. [2], στο Εργαλείο-Δημιουργίας (Creation-Tool). Τα δύο τελευταία παραδείγματα ισχύουν σε περιπτώσεις όπου η κίνηση δεν έχει αφηγηματικό ή συμβολικό νόημα και επομένως τα στοιχεία των επισημειώσεων μπορούν να είναι αφηρημένα σχήματα στα στιγμιότυπα του βίντεο. Επίσης, ο σκοπός της χρήσης είναι διαφορετικός, αφού στοχεύει κυρίως στη συνεργασία και τη σκιαγράφιση κατά τη διάρκεια της χορογραφικής διαδικασίας.

## 3. ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΓΝΩΣΗΣ

### 3.1 Οντολογία

#### 3.1.1 Ιστορία του όρου

Η ιστορία της τεχνητής νοημοσύνης δείχνει ότι η γνώση είναι κρίσιμη για τα ευφυή συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις, καλύτερης ποιότητας γνώση μπορεί να είναι πιο σημαντική για την επίλυση μιας εργασίας από ότι καλύτεροι αλγόριθμοι. Για να έχουμε πραγματικά έξυπνα συστήματα, οι γνώσεις πρέπει να συλλαμβάνονται, να δέχονται επεξεργασία, να επαναχρησιμοποιούνται και να διαδίδονται. Οι οντολογίες υποστηρίζουν όλες αυτές τις ανάγκες.

Ο όρος "οντολογία" μπορεί να οριστεί ως μια ρητή προδιαγραφή της εννοιολογικής σκέψης. Οι οντολογίες συλλαμβάνουν τη δομή του πεδίου γνώσης. Αυτό περιλαμβάνει το μοντέλο του πεδίου γνώσης με πιθανούς περιορισμούς, δηλαδή την εννοιολογική ερμηνεία. Η εννοιολογική ερμηνεία αυτή περιγράφει τη γνώση για το πεδίο γνώσης, όχι για την ιδιαίτερη κατάσταση των υποθέσεων στο πεδίο γνώσης. Με άλλα λόγια, η εννοιολογική ερμηνεία δεν αλλάζει ή αλλάζει πολύ σπάνια. Η οντολογία είναι τότε προδιαγραφή αυτής της εννοιολογικής ερμηνείας - η εννοιολογική ερμηνεία καθορίζεται με τη χρήση συγκεκριμένης γλώσσας μοντελοποίησης και συγκεκριμένων όρων. Απαιτούνται ρητές προδιαγραφές προκειμένου να επεξεργαστούμε οντολογίες και να λειτουργήσουμε αυτόματα σε οντολογίες.

Μια Οντολογία περιγράφει ένα πεδίου γνώσης, ενώ μια βάση γνώσεων (βασισμένη σε μια οντολογία) περιγράφει μια ιδιαίτερη κατάσταση υποθέσεων. Κάθε σύστημα ή πράκτορας που βασίζεται στη γνώση έχει τη δική του βάση γνώσεων και μόνο ότι μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας κάποια οντολογία μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί στη βάση γνώσεων. Όταν ένας πράκτορας θέλει να επικοινωνήσει με έναν άλλο πράκτορα, χρησιμοποιεί τα κατασκευάσματα από κάποια οντολογία. Προκειμένου να γίνει κατανοητό στην επικοινωνία, οι οντολογίες πρέπει να μοιράζονται μεταξύ των πρακτόρων.

Ο όρος οντολογία λήφθηκε από τη φιλοσοφία. Σύμφωνα με το λεξικό του Webster, μια οντολογία είναι ένας κλάδος της μεταφυσικής που σχετίζεται με τη φύση και τις σχέσεις της ύπαρξης ή μια ιδιαίτερη θεωρία σχετικά με τη φύση της ύπαρξης ή τα είδη της ύπαρξης,

Η οντολογία, αναφερόμενη στην «επιστήμη της ύπαρξης», είναι μια λέξη όπως η μεταφυσική, που χρησιμοποιείται με διαφορετικούς τρόπους. Μερικές φορές θεωρείται ότι είναι ταυτόσημη με τη μεταφυσική, αλλά προτιμούμε να την χρησιμοποιούμε με έναν πιο συγκεκριμένο ορισμό, ως το τμήμα της μεταφυσικής που καθορίζει τις πιο θεμελιώδεις κατηγορίες ύπαρξης, τις στοιχειώδεις ουσίες ή δομές από τις οποίες κατασκευάζεται ο κόσμος. Η Οντολογία θα αναλύσει έτσι τις γενικότερες και αφηρημένες έννοιες ή διακρίσεις που υποκρύπτουν κάθε πιο συγκεκριμένη περιγραφή οποιουδήποτε φαινομένου στον κόσμο, όπως είναι ο χρόνος, ο χώρος, η ύλη, η διαδικασία, η αιτία και το αποτέλεσμα, το σύστημα.

Πρόσφατα, ο όρος «οντολογία» έχει γίνει αντιληπτός από ερευνητές της Τεχνητής Νοημοσύνης, οι οποίοι την χρησιμοποιούν για να προσδιορίσουν τα δομικά στοιχεία από τα οποία κατασκευάζονται τα μοντέλα του κόσμου. Ένας πράκτορας (π.χ., ένα αυτόνομο ρομπότ) που χρησιμοποιεί ένα συγκεκριμένο μοντέλο θα μπορέσει να αντιληφθεί μόνο εκείνο το μέρος του κόσμου που η οντολογία του είναι σε θέση να

αντιπροσωπεύει. Με αυτή την έννοια, μόνο τα πράγματα που μπορεί να αντλήσει από την οντολογία του υπάρχουν για αυτόν τον πράκτορα. Με αυτόν τον τρόπο, μια οντολογία γίνεται το βασικό επίπεδο εκπροσώπησης της γνώσης ενός συστήματος. Ένα παράδειγμα είναι το σύνολο των τύπων συνδέσεων για μια αναπαράσταση σημασιολογικού δικτύου που βασίζεται σε ένα σύνολο «οντολογικών» διακρίσεων: αλλαγές-αμετάβλητες και γενικά συγκεκριμένες.

Η Οντολογία είναι κυριότερα ένας κλάδος της φιλοσοφίας που ασχολείται με τη φύση και την οργάνωση της πραγματικότητας. Προσπαθεί να απαντήσει σε ερωτήματα όπως "τι υπάρχει", "ποιες ιδιότητες μπορούν να εξηγήσουν την ύπαρξη" κλπ. Ο Αριστοτέλης χαρακτήρισε την οντολογία ως την επιστήμη της ύπαρξης. Σε αντίθεση με τις ειδικές επιστήμες, καθεμία από τις οποίες διερευνά μια τάξη των όντων και τους προσδιορισμούς τους, η οντολογία θεωρεί "όλα τα είδη που είναι και τα χαρακτηριστικά που ανήκουν σ' αυτά." Με αυτή την έννοια, η φιλοσοφική οντολογία προσπαθεί να απαντήσει στην ερώτηση «τι είναι η ύπαρξη;» Ή σε μια ουσιαστική αναδιατύπωση "ποια είναι τα κοινά χαρακτηριστικά όλων των όντων;".

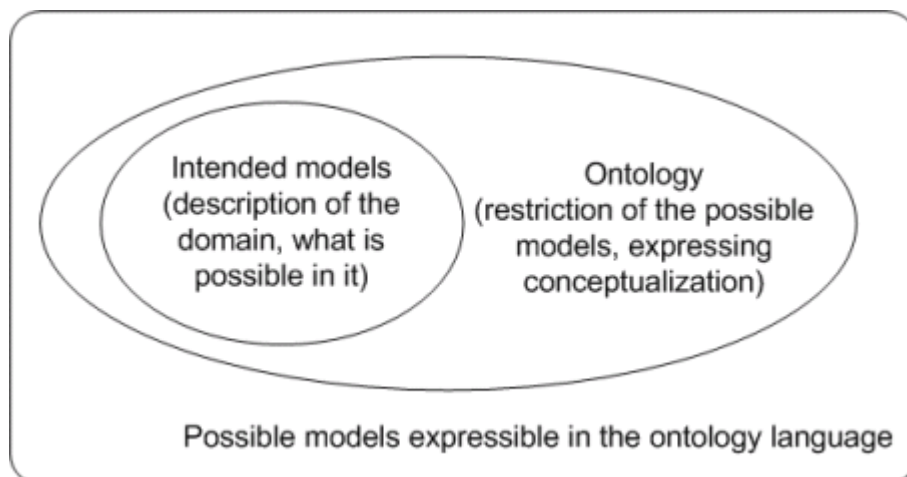
Αυτό είναι αυτό που μπορεί να ονομαστεί "γενική οντολογία" - σε αντίθεση με διάφορες ειδικές οντολογίες για ένα συγκεκριμένο πεδίο γνώσης. Μια τέτοια οντολογία δεν ασχολείται με την ύπαρξη ορισμένων αντικειμένων αλλά μάλλον με την αυστηρή περιγραφή των μορφών της ύπαρξής τους, δηλαδή των δομικών χαρακτηριστικών τους. Στην πράξη, η οντολογία μπορεί να θεωρηθεί ως η θεωρία των διακρίσεων, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί ανεξάρτητα από την κατάσταση του κόσμου. Συγκεκριμένα, ενδιαφερόμαστε για διακρίσεις μεταξύ των οντοτήτων του κόσμου (φυσικά αντικείμενα, γεγονότα, περιοχές ...) και μεταξύ των κατηγοριών μεταεπιπέδου που χρησιμοποιούνται για να μοντελοποιήσουν τον κόσμο (έννοια, ιδιότητα, ποιότητα, κατάσταση, ρόλος, μέρος. ...).

Η έρευνα της οντολογίας με αυτή τη φιλοσοφική έννοια είναι σχετική με τα συστήματα που βασίζονται στη γνώση. Η οντολογία αποτελεί τη βάση για τη γνώση που χρησιμοποιείται σε τέτοια συστήματα.

### 3.1.2 Διάφοροι ορισμοί του όρου Οντολογία

Αν και απαιτείται από την οντολογία να ορίζεται ρητά, δεν υπάρχει κοινός ορισμός του όρου "οντολογία". Οι ορισμοί μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε περίπου τρεις ομάδες:

- Πρώτον, υπάρχει ο φιλοσοφικός ορισμός της οντολογίας ως "θεωρία της ύπαρξης" '. Αυτός ο ορισμός έχει πολλές συνέπειες για τις ανάγκες της τεχνητής νοημοσύνης.
- Δεύτερον, η οντολογία είναι μια ρητή προδιαγραφή της εννοιολογικής σκέψης. Αυτός ο ορισμός είναι γενικά αποδεκτός ως ένας ορισμός του τι είναι μια οντολογία για την κοινότητα του AI. Το ακριβές νόημα εξαρτάται από την κατανόηση των όρων «προδιαγραφή» και «εννοιοποίηση». Η ρητή εξειδίκευση της έννοιας σημαίνει ότι μια οντολογία είναι μια περιγραφή (όπως μια επίσημη εξειδίκευση ενός προγράμματος) των εννοιών και των σχέσεων που μπορούν να υπάρχουν για έναν πράκτορα ή μια κοινότητα παραγόντων. Αυτός ο ορισμός είναι συνεπής με τη χρήση της οντολογίας ως σύνολο ορισμών των εννοιών, αλλά πιο γενικός.



Σχήμα 1: Οντολογία που εκφράζει πρότυπα μοντέλα για την περιγραφή του πεδίου γνώσης

Μια εννοιοποίηση μπορεί να οριστεί ως μια εκ προθέσεως σημασιολογική δομή που κωδικοποιεί τη σιωπηρή γνώση που περιορίζει τη δομή ενός τμήματος ενός πεδίου γνώσης. Η οντολογία είναι μια (μερική) εξειδίκευση αυτής της δομής, δηλαδή, είναι συνήθως μια λογική θεωρία που εκφράζει ρητά την εννοιοποίηση σε κάποια γλώσσα. Η εννοιοποίηση είναι ανεξάρτητη από τη γλώσσα, ενώ η οντολογία εξαρτάται από τη γλώσσα. Η χρήση μπορεί να απεικονιστεί στο παρακάτω σχήμα - δείχνει πώς μια οντολογία περιορίζει (δηλ. Καθορίζει) την πιθανή χρήση δομών που χρησιμοποιούνται στην περιγραφή του πεδίου γνώσης. Παρατηρήστε ότι η οντολογία δεν χρειάζεται να εκφράσει όλους τους πιθανούς περιορισμούς - το επίπεδο των λεπτομερειών στην εννοιοποίηση εξαρτάται από τις απαιτήσεις της ενδιαφερόμενης εφαρμογής και η έκφραση της εννοιολογικής σκέψης στην οντολογία εξαρτάται επιπλέον από τη χρησιμοποιούμενη οντολογική γλώσσα.

Με αυτή την έννοια, η οντολογία είναι σημαντική για το σκοπό της ανταλλαγής γνώσεων και της επαναχρησιμοποίησης. Μια οντολογία είναι στο πλαίσιο αυτό μια προδιαγραφή που χρησιμοποιείται για την πραγματοποίηση οντολογικών δεσμεύσεων. Πρακτικά, μια οντολογική δέσμευση είναι μια συμφωνία για τη χρήση ενός λεξιλογίου (δηλαδή, να ρωτάς ερωτήματα και να κάνεις ισχυρισμούς) με έναν τρόπο που είναι συνεπής (αλλά όχι πλήρης) σε σχέση με τη θεωρία που καθορίζεται από μια οντολογία. Οι πράκτορες δεσμεύονται σε οντολογίες και οι οντολογίες σχεδιάζονται έτσι ώστε η γνώση να μπορεί να μοιραστεί μεταξύ αυτών.

Η εκπροσώπηση ενός σώματος γνώσεων (βάση γνώσεων) βασίζεται στις προδιαγραφές της εννοιολογικής σκέψης. Μια εννοιοποίηση είναι μια αφηρημένη, απλουστευμένη άποψη του κόσμου που θέλουμε να αντιπροσωπεύσουμε για κάποιο σκοπό. Κάθε βάση γνώσεων, σύστημα και πράκτορας που βασίζεται στη γνώση δεσμεύεται σε κάποια εννοιοποίηση, ρητά ή σιωπηρά. Για αυτά τα συστήματα, αυτό που "υπάρχει" είναι αυτό που μπορεί να εκπροσωπηθεί. Όταν η γνώση ενός πεδίου γνώσης εκπροσωπείται σε ένα δηλωτικό φορμαλισμό, το σύνολο αντικειμένων που μπορούν να αναπαρασταθούν ονομάζεται σύμπαν του λόγου (universe of discourse). Αυτό το σύνολο αντικειμένων και οι περιγραφείσες σχέσεις μεταξύ τους αντικατοπτρίζονται στο λογοτεχνικό φράγμα με το οποίο ένα πρόγραμμα βασισμένο στη γνώση αντιπροσωπεύει τη γνώση. Έτσι, στο πλαίσιο της AI, μπορούμε να περιγράψουμε την οντολογία ενός προγράμματος καθορίζοντας μια σειρά από όρους αναπαραγωγής. Σε μια τέτοια οντολογία, οι ορισμοί συσχετίζουν τα ονόματα των οντοτήτων στο σύμπαν του λόγου (π.χ., τάξεις, σχέσεις, λειτουργίες ή

άλλα αντικείμενα) με περιγραφές για το τι σημαίνουν τα ονόματα και επίσημα αξιώματα που περιορίζουν την ερμηνεία και την καλά διαμορφωμένη χρήση αυτών όροι. Επίσημα μπορεί να ειπωθεί ότι μια οντολογία είναι μια δήλωση μιας λογικής θεωρίας.

Ο ακρογωνιαίος λίθος της οντολογίας είναι συχνά μια ταξινόμηση των πραγμάτων σε ιεραρχική δομή. Συνήθως είναι ένα δέντρο ή ένα πλέγμα που εκφράζει τη υποκειμενική σχέση των οντοτήτων. Ένα παράδειγμα είναι η ταξινόμηση των ζωντανών οργανισμών. Η ταξινόμηση συνήθως περιορίζει την προοριζόμενη χρήση των τάξεων - όπου οι τάξεις είναι υποσύνολα του συνόλου όλων των πιθανών οντοτήτων στο πεδίο γνώσης.

- Τέλος, η οντολογία μπορεί να οριστεί ως ένα σύνολο γνώσεων που περιγράφει κάποιους τομείς, συνήθως τομείς κοινής λογικής γνώσης. Χρησιμοποιεί λεξιλόγιο αναπαράστασης όπως περιγράφεται παραπάνω. Σε αυτή την περίπτωση, μια οντολογία δεν είναι μόνο το λεξιλόγιο, αλλά ολόκληρη η «άνωτερη» βάση γνώσεων (συμπεριλαμβανομένου του λεξιλογίου που χρησιμοποιείται για να περιγράψει αυτή τη βάση γνώσεων).

Το τυπικό παράδειγμα είναι το πρόγραμμα CYC που ορίζει τη βάση γνώσεων του ως μια οντολογία που περιλαμβάνει οποιοδήποτε άλλο σύστημα βασισμένο στη γνώση.[28] Το CYC είναι το όνομα μιας πολύ μεγάλης βάσης γνώσεων πολλαπλών παραμέτρων και μηχανισμού συμπερασμάτων. Το CYC είναι μια πρώιμη προσπάθεια να χρησιμοποιήσουμε συμβολικό AI σε τεράστια κλίμακα με τη συλλογή κοινών γνώσεων που απαιτούνται για να κάνουν καθήκοντα που είναι εύκολα για τους ανθρώπους, αλλά πολύ δύσκολα για τους υπολογιστές. Όλες οι γνώσεις στην CYC εκπροσωπούνται δηλωτικά με τη μορφή λογικών ισχυρισμών. Το CYC περιέχει πάνω από 400.000 σημαντικούς ισχυρισμούς, στους οποίους περιλαμβάνονται απλές δηλώσεις γεγονότων, κανόνες σχετικά με τα συμπεράσματα που πρέπει να συναχθούν εάν πληρούνται ορισμένες δηλώσεις γεγονότων και κανόνες σχετικά με τον τρόπο λογικής με ορισμένα είδη γεγονότων και κανόνων. Τα νέα συμπεράσματα εξάγονται από τον μηχανισμό συμπερασμάτων χρησιμοποιώντας επαγωγική συλλογιστική. Η γνώση της κοινής λογικής της CYC μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση μιας βάσης γνώσεων για οποιοδήποτε βαρύ σύστημα γνώσης. Με αυτή την έννοια, αυτό το σώμα γνώσης μπορεί να θεωρηθεί ως μια οντολογία της βάσης γνώσεων του συστήματος.

Σε γενικές γραμμές, δεν είναι δυνατόν να διακρίνουμε αντικειμενικά τι πρέπει να είναι στην οντολογία και τι πρέπει να είναι στη βάση γνώσεων. Εξαρτάται από τις απαιτήσεις της προοριζόμενης χρήσης της οντολογίας. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η άποψη της CYC για την οντολογία δεν είναι ασυμβίβαστη με τον ορισμό του Gruber, ακόμη και όταν μπορεί να περιέχει γεγονότα που θα ταξινομούσε ως αντιπροσωπευτικά της κατάστασης των πραγμάτων.

## 3.2 Γλώσσα οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό (OWL)

### 3.2.1 Ορισμός

Η Γλώσσα Οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό είναι μια οικογένεια γλωσσών εκπροσώπησης της γνώσης για συγγραφείς οντολογιών. Οι οντολογίες είναι ένας επίσημος τρόπος για να περιγράψουμε ταξινομίες και δίκτυα ταξινόμησης, καθορίζοντας ουσιαστικά τη δομή της γνώσης για διάφορους τομείς: τα ουσιαστικά που αντιπροσωπεύουν τάξεις αντικειμένων και τα ρήματα που αντιπροσωπεύουν τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Οι οντολογίες μοιάζουν με ιεραρχίες τάξεων σε αντικειμενοστραφή προγραμματισμό, αλλά υπάρχουν αρκετές σημαντικές διαφορές. Οι ιεραρχίες των τάξεων προορίζονται για να αντιπροσωπεύουν δομές που χρησιμοποιούνται στον πηγαίο κώδικα και εξελίσσονται αρκετά αργά (συνήθως μηνιαίες αναθεωρήσεις), ενώ οι οντολογίες προορίζονται για να αντιπροσωπεύουν πληροφορίες στο Διαδίκτυο και αναμένεται να εξελίσσονται σχεδόν συνεχώς. Ομοίως, οι οντολογίες είναι συνήθως πολύ πιο ευέλικτες καθώς προορίζονται να αντιπροσωπεύουν πληροφορίες στο Διαδίκτυο που προέρχονται από κάθε είδους ετερογενείς πηγές δεδομένων. Οι ιεραρχίες των κλάσεων, από την άλλη πλευρά, πρέπει να είναι αρκετά στατικές και να βασίζονται σε πολύ λιγότερο ποικίλες και πιο δομημένες πηγές δεδομένων, όπως οι εταιρικές βάσεις δεδομένων.

Οι γλώσσες OWL χαρακτηρίζονται από επίσημη σημασιολογία. Είναι βασισμένα σε ένα πρότυπο W3C XML για αντικείμενα που ονομάζεται Πλαίσιο περιγραφής πόρων (RDF). Το OWL και το RDF έχουν προσελκύσει σημαντικό ακαδημαϊκό, ιατρικό και εμπορικό ενδιαφέρον.

Τον Οκτώβριο του 2007,[3] μια νέα ομάδα εργασίας του W3C ξεκίνησε να επεκτείνει το OWL με αρκετά νέα χαρακτηριστικά όπως προτείνεται στην υποβολή μελών του OWL 1.1. Το W3C ανακοίνωσε τη νέα έκδοση του OWL στις 27 Οκτωβρίου 2009. Αυτή η νέα έκδοση, που ονομάζεται OWL 2, σύντομα βρήκε το δρόμο της σε σημασιολογικούς συντάκτες όπως Protégé και σημασιολογικούς λογικιστές όπως το Pellet, το RacerPro, το FaCT και το HermiT.

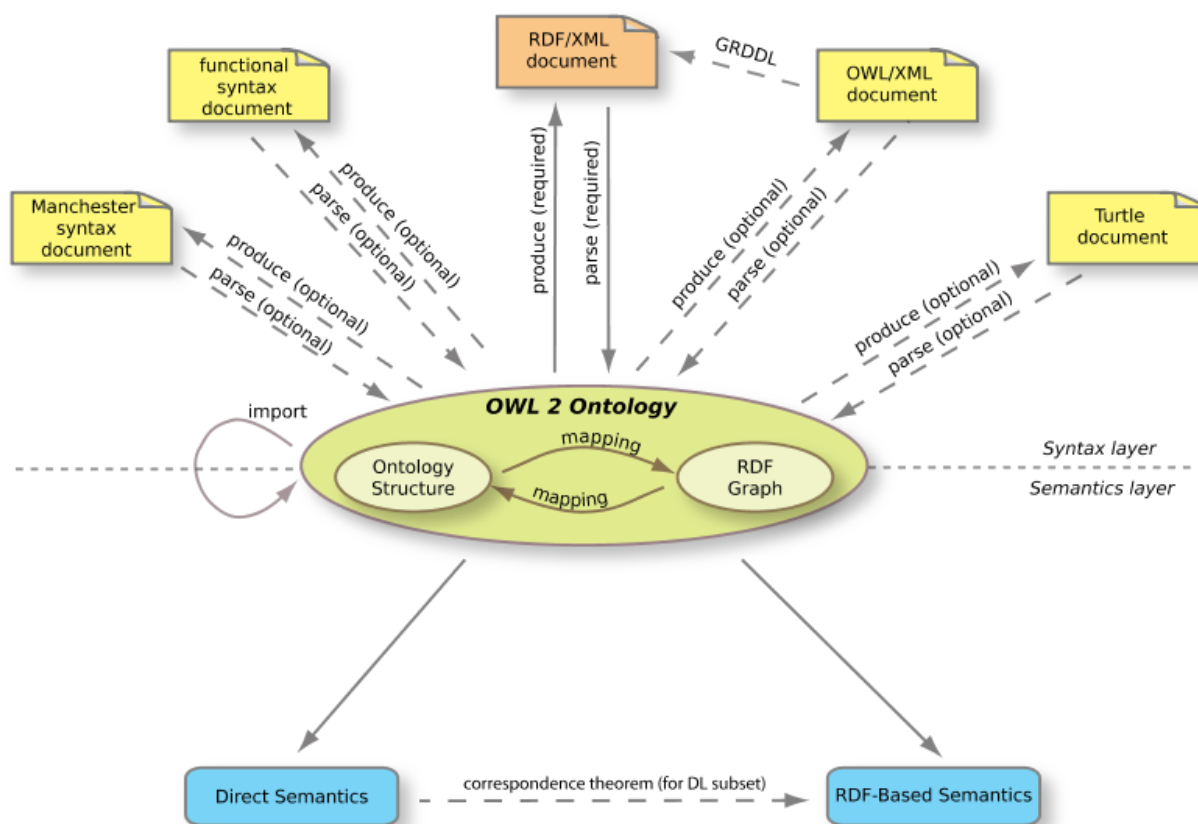
Η οικογένεια OWL περιέχει πολλά είδη, σειριοποιήσεις, τύπους σύνταξης και προδιαγραφές με παρόμοια ονόματα. OWL και OWL2 χρησιμοποιούνται για να αναφερθούμε στις προδιαγραφές του 2004 και του 2009, αντίστοιχα. Θα χρησιμοποιηθούν πλήρεις ονομασίες ειδών(για παράδειγμα, OWL2 EL). Όταν γίνεται αναφορά γενικότερα, θα χρησιμοποιηθεί η οικογένεια OWL.

### 3.2.2 Γλώσσα οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό έκδοση 2η

Το Σχήμα 2 παρέχει μια επισκόπηση της γλώσσας OWL 2, παρουσιάζοντας τα κύρια δομικά της στοιχεία και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους. Η έλλειψη στο κέντρο αντιπροσωπεύει την αφηρημένη έννοια μιας οντολογίας, η οποία μπορεί να θεωρηθεί είτε ως αφηρημένη δομή είτε ως γράφημα RDF. Στην κορυφή υπάρχουν διάφορες σύνθετες συνταγές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σειριοποίηση και την ανταλλαγή οντολογιών. Στο κάτω μέρος βρίσκονται οι δύο σημασιολογικές προδιαγραφές που καθορίζουν τη σημασία των οντολογιών OWL.

Οι περισσότεροι χρήστες του OWL 2 θα χρειαστούν μόνο μία σύνταξη και μία σημασιολογία. Γι' αυτά, αυτό το διάγραμμα θα ήταν πολύ απλούστερο, με μόνο μία

σύνταξη τους στην κορυφή, μία σημασιολογία τους στο κάτω μέρος, και σπάνια θα δούμε τι υπάρχει μέσα στην έλλειψη στο κέντρο.



Σχήμα 2: Η δομή της OWL 2

Η εννοιολογική δομή των οντολογιών OWL 2 ορίζεται στο έγγραφο OWL 2 Structural Specification. Αυτό το έγγραφο χρησιμοποιεί UML για να καθορίσει τα δομικά στοιχεία που είναι διαθέσιμα στην OWL 2, εξηγώντας τους ρόλους και τις λειτουργικότητες τους σε αφηρημένους όρους και χωρίς αναφορά σε κάποια συγκεκριμένη σύνταξη. Καθορίζει επίσης τη σύνταξη λειτουργικού στυλ, η οποία ακολουθεί στενά τις δομικές προδιαγραφές και επιτρέπει στις οντολογίες OWL 2 να γραφτούν σε συμπαγή μορφή.

Οποιαδήποτε οντολογία OWL 2 μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως γράφημα RDF. Η σχέση μεταξύ αυτών των δύο προβολών καθορίζεται από το έγγραφο Χαρτογράφηση σε γραφήματα RDF (Mapping to RDF Graphs document), το οποίο καθορίζει μια αντιστοίχιση από τη δομική μορφή στη μορφή γραφήματος RDF και αντίστροφα.

Στην πράξη, απαιτείται μια συγκεκριμένη σύνταξη για την αποθήκευση οντολογιών OWL 2 και για την ανταλλαγή τους μεταξύ εργαλείων και εφαρμογών. Η πρωταρχική σύνταξη ανταλλαγής για το OWL 2 είναι RDF / XML. Αυτή είναι η μόνη σύνταξη που πρέπει να υποστηρίζεται από όλα τα εργαλεία του OWL 2.

Ενώ το RDF / XML παρέχει δια-λειτουργικότητα μεταξύ των εργαλείων OWL 2, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και άλλες σύνθετες συνταγές. Αυτές περιλαμβάνουν εναλλακτικές σειριοποιήσεις RDF, όπως η Turtle, μια σειριοποίηση XML και μια πιο "αναγνώσιμη" σύνταξη, που ονομάζεται Σύνταξη Μάντσεστερ, που χρησιμοποιείται σε πολλά εργαλεία επεξεργασίας οντολογιών. Τέλος, η σύνταξη λειτουργικού τύπου μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για σειριοποίηση, αν και ο κύριος σκοπός της είναι να προσδιορίσει τη δομή της γλώσσας.

**Πίνακας 1: OWL-2 Σύνταξη**

| Όνομα σύνταξης      | Προδιαγραφές                             | Κατάσταση                      | Σκοπός  |
|---------------------|--|--------------------------------|---|
| RDF / XML           | Χαρτογράφηση σε γραφήματα RDF, RDF / XML | Υποχρεωτικό                    | Ανταλλαγή (μπορεί να γραφτεί και να διαβαστεί από όλα τα συμβατά λογισμικά OWL 2) |
| OWL/XML             | Σειρά XML                                | Προαιρετικό                    | Ευκολότερη επεξεργασία με τη χρήση εργαλείων XML                                  |
| Λειτουργική Σύνταξη | Δομικές προδιαγραφές                     | Προαιρετικό                    | Είναι πιο εύκολο να δούμε την επίσημη δομή των οντολογιών                         |
| Σύνταξη Μάντσεστερ  | Σύνταξη Μάντσεστερ                       | Προαιρετικό                    | Ευκολότερη η ανάγνωση / εγγραφή των Οντολογιών DL                                 |
| Turtle              | Χαρτογράφηση σε γραφήματα RDF, Turtle    | Προαιρετικά, όχι από το OWL-WG | Ευκολότερη ανάγνωση / εγγραφή RDF triples   |



### 3.3 Συλλογιστική σε οντολογίες

Η συλλογιστική στις οντολογίες και τις βάσεις γνώσεων είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους μια προδιαγραφή πρέπει να είναι τυπική. Όταν λέμε συλλογιστική εννοούμε την εξαγωγή γεγονότων που δεν εκφράζονται ρητά στην οντολογία ή στη βάση γνώσεων. Όλοι οι φορμαλισμοί που συζητήθηκαν σε αυτό το τμήμα δημιουργήθηκαν με την προοπτική της αυτόματης επεξεργασίας, αλλά λόγω των ιδιοτήτων τους, όπως η αποφασιστικότητα ή η υπολογιστική πολυπλοκότητα ή ακόμη και λόγω του επιπέδου διατύπωσης, δεν είναι πάντοτε εφικτό. Σε αυτή την ενότητα θα συζητήσουμε μόνο τη συλλογιστική των λογικών περιγραφών.

Οι λογικές περιγραφές δημιουργούνται με έμφαση στην εύληπτη συλλογιστική. Μερικά παραδείγματα των καθηκόντων που απαιτούνται από τον συλλογιστή είναι τα εξής.

- Ικανοποίηση μιας έννοιας - προσδιορισμός του εάν μια περιγραφή της έννοιας δεν είναι αντιφατική, δηλαδή αν μπορεί να υπάρχει ένα άτομο που θα ήταν παράδειγμα της έννοιας.
- Υποσύνολο των εννοιών - προσδιορισμός του εάν η έννοια C συνυπολογίζει την έννοια D, δηλαδή εάν η περιγραφή του C είναι γενικότερη από την περιγραφή του D.
- Συνέπεια του ABox σε σχέση με το TBox – καθορισμός του εάν τα άτομα στο ABox δεν παραβιάζουν τις περιγραφές και τα αξιώματα που περιγράφονται από το TBox.
- Έλεγχος ενός ατόμου - έλεγχος αν το άτομο είναι ένα παράδειγμα μιας έννοιας
- Ανάκτηση ατόμων - δυνατότητα εύρεσης όλων των ατόμων που είναι στιγμιότυπα μιας έννοιας
- Δημιουργία ενός ατόμου - δυνατότητα εύρεσης όλων των εννοιών στις οποίες ανήκει το άτομο, ειδικά τις πιο συγκεκριμένες

Αυτά τα καθήκοντα δεν είναι σημασιολογικά πολύ διαφορετικά. Για παράδειγμα, η ικανοποίηση μπορεί να δοκιμαστεί ως υποσυμπέρασμα του  $\perp$  - η έννοια είναι μη ικανοποιητική αν δεν υπάρχει κανένα άτομο που θα ήταν παράδειγμα της έννοιας. Για όλα τα καθήκοντα, αρκεί να είναι σε θέση να ελέγξει τις επαγωγικές συνέπειες ή να αντλήσει όλες τις επαγωγικές συνέπειες μιας θεωρίας. Εντούτοις, μπορεί να υπάρχουν ειδικοί βελτιστοποιημένοι αλγόριθμοι για διαφορετικές εργασίες σε έναν συλλογιστή.

Η πολυπλοκότητα των επιλεγμένων DL εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα - όλες οι λογικές στον πίνακα είναι δυνατό να αποφασισθούν. Ακόμη και όταν η θεωρητική πολυπλοκότητα φαίνεται να είναι ανυπόληπτη, υπάρχουν διαθέσιμες βελτιστοποιημένες λογικές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρακτικές πραγματικές περιπτώσεις.

| Description logic | Subsumption computation complexity |
|-------------------|------------------------------------|
| <i>AL</i>         | P <sub>TIME</sub>                  |
| <i>ALC</i>        | P <sub>SPACE</sub>                 |
| <i>SHIF</i>       | EXPTIME                            |
| <i>SHOIN</i>      | NEXPTIME                           |

Σχήμα 3: Παραδείγματα πολυπλοκότητας λογικής περιγραφής

Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στους εφαρμοσμένους συλλογιστές για τον υπολογισμό της υποθέσεως μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες - δομικούς και λογικούς. Οι δομικοί αλγόριθμοι συγκρίνουν την κανονικοποιημένη συντακτική δομή των δύο εννοιών. Μπορεί να φανεί ότι αυτοί οι αλγόριθμοι είναι σωστοί. Ωστόσο, έχουν προβλήματα με την πληρότητα, ειδικά όταν χρησιμοποιούνται πιο εκφραστικές λογικές. Λόγω αυτού του προβλήματος, οι λογικοί αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά σήμερα. Οι λογικοί αλγόριθμοι επαληθεύουν την υπαγωγή  $C \equiv D$  ελέγχοντας ότι  $\$ C \supset \neg D$  δεν είναι ικανοποιήσιμη. Υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για τον τρόπο επαλήθευσης, συμπεριλαμβανομένης της μετάφρασης του ερωτήματος στον υπάρχον συλλογιστικό πρότυπο. Η πιο κυρίαρχη προσέγγιση είναι ο αλγόριθμος Tableau.

Ο αλγόριθμος Tableau προσπαθεί να αποδείξει την ικανοποίηση μιας έννοιας C με την κατασκευή ενός μοντέλου, μιας ερμηνείας I στην οποία το D δεν είναι άδαιο. Ένα tableau είναι ένα γράφημα που αντιπροσωπεύει ένα τέτοιο μοντέλο. Στο γράφημα tableau, στους κόμβους του γραφήματος αντιστοιχούν τα άτομα (στοιχεία του ΔI) και οι άκρες αντιστοιχούν στις σχέσεις μεταξύ ατόμων (στοιχεία ΔIxΔI). Ο αλγόριθμος ξεκινά με ένα άτομο που ικανοποιεί το D και εφαρμόζει τους κανόνες επέκτασης έως ότου δεν είναι δυνατές άλλες συνέπειες ή μέχρις ότου βρεθεί μια αντίφαση. Οι κανόνες επέκτασης είναι συγκεκριμένοι για μια συγκεκριμένη λογική περιγραφής και αποτελούνται από δύο μέρη. Ο επικεφαλής του κανόνα δηλώνει τους όρους για την εφαρμογή του κανόνα και το σώμα του κανόνα αναφέρει τον τρόπο επέκτασης του πίνακα.

### 3.4 Μοντέλα αναπαράστασης χορού

Επιστρέφοντας στα προαναφερθέντα παραδείγματα σχετικών εργασιών στο κεφάλαιο 1, παρατηρούμε ότι τα παραδείγματα παρουσιάζουν κάποιες ομοιότητες, ως προς το ότι όλα περιέχουν εργαλεία επισημείωσης κίνησης, είναι σαφές ότι οι βασικές δομές των σημασιολογικών περιγραφών διαφέρουν εντελώς λόγω των διαφορετικών χορευτικών πλαισίων και του είδους χορού που υποστηρίζουν. Τα μοντέλα σημασιολογικής αναπαράστασης για χορευτικές πρακτικές είναι ένα άλλο ανοιχτό ερευνητικό ζήτημα και τα περισσότερα από τα έργα βασίζονται στα εξής:

A) Καθιερωμένα συστήματα ανάλυσης και σημειογραφίας του χορού όπως Laban Movement Analysis (LMA), Labanotation, Benesh Notation, Eshkol Wachman, κλπ. Στο ερευνητικό τους έργο [5] οι ElRaheb - Ioannidis, παρουσιάζουν μια οντολογική βάση για την περιγραφή της κίνησης, ενώ οι Saad, Shatina et al. [14] προτείνουν μια Οντολογία βασισμένη στο σύστημα καταγραφής Benesh για την αναπαράσταση της κίνησης.

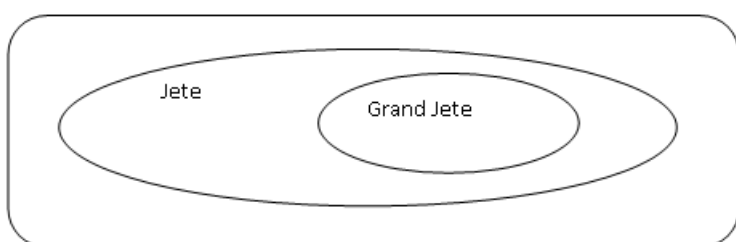
B) Ειδικευμένες δομές, οι οποίες εξυπηρετούν το συγκεκριμένο περιεχόμενο της εφαρμογής, το χορευτικό είδος, τον σκοπό του αναπτυσσόμενου εργαλείου και τους χρήστες στους οποίους απευθύνεται η εφαρμογή. Οι οντολογίες ως εννοιολογικά μοντέλα μπορούν να είναι 1) οντολογίες υψηλού επιπέδου, 2) οντολογίες πεδίου γνώσης, ή 3) οντολογίες εφαρμογής [2]. Στην προσέγγισή μας αναπτύξαμε μια οντολογία πεδίου γνώσης που αντιπροσωπεύει την ορολογία του μπαλέτου, όπως και κάποιες πιο γενικές κινήσεις (Generic Movement Concepts) [6]. Περισσότερες λεπτομέρειες για την οντολογία θα αναφέρουμε στην επόμενη ενότητα.

#### 3.4.1 Λεξιλόγιο Επισημειώσεων / Οντολογία

Προκειμένου να βρεθεί ένα κατάλληλο λεξιλόγιο σχολιασμού, έπρεπε πρώτα να επιλεγεί η θεματική των βίντεο. Χρειαζόμασταν λοιπόν μια θεματική για τα βίντεο που θα ήταν αρκετά αυστηρή στο λεξιλόγιό της, γιατί αυτός ήταν ο μόνος τρόπος που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η ίδια σε όλα τα βίντεο με τα οποία επρόκειτο να ασχοληθούμε. Για

το λόγο αυτό επιλέχθηκε το μπαλέτο. Έχοντας επιλέξει το θέμα, εξετάσαμε δύο εναλλακτικές για τον τρόπο με τον οποίο θα αποθηκεύαμε τις διαφορετικές επισημειώσεις. Στην πρώτη θα χρησιμοποιούσαμε μια βάση δεδομένων, η οποία ήταν αρκετά περιοριστική για τις ανάγκες μας, καθώς δεν υπήρχε ιεραρχική δόμηση μεταξύ των διαφορετικών κινήσεων στο λεξιλόγιο. Η δεύτερη επιλογή, την οποία και τελικά υλοποιήσαμε, χρησιμοποιεί μια οντολογία με τις τάξεις της για να αναπαραστήσει τις κινήσεις του μπαλέτου που θα παρέχονται προς επισημείωση.

Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε μια οντολογία αντί μιας βάσης δεδομένων ήταν οι δυνατότητες συλλογιστικής της (reasoning capabilities). Αξιοποιώντας την συλλογιστική δυνατότητά της, μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες που δεν εκφράζονται ρητά στην οντολογία ή στη βάση γνώσεων, για παράδειγμα, το γεγονός ότι ένα «Grand Jete» είναι μια υποκατηγορία ενός «Simple Jete» (Σχήμα 4). Η χρήση της συλλογιστικής λοιπόν κατέστησε δυνατή την ύπαρξη πιο περίπλοκων και έξυπνων τρόπων αναζήτησης βίντεο μέσω των επισημειώσεων τους.



**Σχήμα 4: Υποκατηγορίες στην Οντολογία**

## 4. ΔΙΕΠΑΦΗ ΧΡΗΣΤΗ ΚΑΙ ΕΥΧΡΗΣΤΙΑ

### 4.1 Wireframes Ιστοσελίδων

Ένα wireframe ιστοτόπου, επίσης γνωστό ως σχήμα σελίδας ή σχέδιο οθόνης, είναι ένας οπτικός οδηγός που αντιπροσωπεύει το σκελετικό πλαίσιο μιας ιστοσελίδας.[16] Τα wireframes δημιουργούνται με σκοπό την τακτοποίηση των στοιχείων για την καλύτερη επίτευξη συγκεκριμένου σκοπού. Ο σκοπός συνήθως μορφοποιείται βάση ενός επιχειρηματικού στόχου και μιας δημιουργικής ιδέας. Το wireframe απεικονίζει τη διάταξη της σελίδας ή τη διάταξη του περιεχομένου του ιστοτόπου, συμπεριλαμβανομένων στοιχείων διεπαφής και συστημάτων πλοήγησης, και του τρόπου με τον οποίο συνεργάζονται [17]. Το wireframes συνήθως δεν διαθέτει τυπογραφικό στυλ, χρώμα ή γραφικά, καθώς η κύρια εστίαση είναι στη λειτουργικότητα, στη συμπεριφορά και στην προτεραιότητα του περιεχομένου.[16] Με άλλα λόγια, εστιάζει σε αυτό που κάνει μια οθόνη, όχι σε αυτό που μοιάζει.[16] Τα wireframes μπορούν να είναι σχέδια με μολύβια ή σκίτσα σε ένα λευκό πινάκα ή μπορούν να παραχθούν μέσω μιας ευρείας γκάμας ελεύθερων ή εμπορικών εφαρμογών λογισμικού. Τα wireframes γενικά δημιουργούνται από επιχειρηματικούς αναλυτές, σχεδιαστές εμπειριών χρήστη, προγραμματιστές, σχεδιαστές οπτικών και άλλους ρόλους με εμπειρία στη σχεδίαση αλληλεπίδρασης, την αρχιτεκτονική των πληροφοριών και την έρευνα χρηστών.

Τα wireframes εστιάζουν στα εξής:

- Το φάσμα των διαθέσιμων λειτουργιών
- Τις σχετικές προτεραιότητες των πληροφοριών και των λειτουργιών
- Τους κανόνες για την εμφάνιση ορισμένων ειδών πληροφοριών
- Την επίδραση διαφορετικών σεναρίων στην οθόνη[16]

Το wireframe του ιστοτόπου συνδέει την υποκείμενη εννοιολογική δομή ή την αρχιτεκτονική των πληροφοριών με την επιφάνεια ή με οπτικό σχεδιασμό της ιστοσελίδας.[17] Τα wireframes βοηθούν στη δημιουργία λειτουργικότητας και στις σχέσεις μεταξύ διαφορετικών προτύπων οθόνης ενός ιστοτόπου. Μια επαναληπτική διαδικασία, η δημιουργία wireframes είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να κάνετε τα γρήγορα πρωτότυπα σελίδων, ενώ μετράτε την πρακτικότητα μιας σχεδιαστικής ιδέας. Ένα wireframe συνήθως ξεκινά ανάμεσα σε «διαγράμματα ροής υψηλού επιπέδου ή χάρτη ιστοτόπων και σχέδια οθόνης»[16]. Στο πλαίσιο της διαδικασίας οικοδόμησης ενός δικτυακού τόπου, το wireframing είναι το σημείο που η σκέψη παίρνει μορφή[18].

Εκτός από τους ιστοτόπους, τα wireframes χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πρωτοτύπων σε ιστοτόπους για κινητά, σε εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών ή σε άλλα προϊόντα που βασίζονται στην οθόνη και περιλαμβάνουν αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή.[19]

## 4.2 Mockup

Στην κατασκευή και το σχεδιασμό, ένα mockup ή μια μακέτα είναι ένα μοντέλο κλίμακας ή πλήρους μεγέθους ενός σχεδίου ή συσκευής που χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία, την επίδειξη, την αξιολόγηση του σχεδιασμού, την προώθηση και άλλους σκοπούς. Ένα mockup είναι ένα πρωτότυπο αν παρέχει τουλάχιστον μέρος της λειτουργικότητας ενός συστήματος και επιτρέπει τη δοκιμή ενός σχεδίου[20]. Τα mock-ups χρησιμοποιούνται από τους σχεδιαστές κυρίως για να αποκτήσουν ανατροφοδότηση από τους χρήστες. Τα mock-ups αντιμετωπίζουν την ιδέα: Μπορείτε να το διορθώσετε τώρα στο σχέδιο με μια γόμα ή να το διορθώσετε αργότερα στο εργοτάξιο με ένα σφυρί[21].

Τα mockups, τα wireframes και τα πρωτότυπα δεν διακρίνονται τόσο καθαρά στο λογισμικό και στη μηχανική συστημάτων, όπου τα mockups είναι ένας τρόπος σχεδιασμού διεπαφών χρήστη σε χαρτί ή σε εικόνες υπολογιστή. Ένα mockup λογισμικού θα μοιάζει έτσι με το πραγματικό πράγμα, αλλά δεν θα κάνει χρήσιμο έργο πέρα από αυτό που βλέπει ο χρήστης. Ένα πρωτότυπο λογισμικού, από την άλλη πλευρά, θα δούμε και θα δουλέψει ακριβώς όπως το πραγματικό πράγμα. Σε πολλές περιπτώσεις είναι καλύτερο να σχεδιάσετε ή να δημιουργήσετε πρωτότυπο περιβάλλον εργασίας χρήστη πριν να γράψετε τον πηγαίο κώδικα ή να δημιουργήσετε υλικό, για να αποφύγετε να επιστρέψετε και να κάνετε ακριβές αλλαγές.

Οι πρώιμες διατάξεις μιας ιστοσελίδας ή σελίδων του Παγκόσμιου Ιστού συχνά ονομάζονται mockups. Για το σκοπό αυτό διατίθεται μεγάλη ποικιλία εργαλείων λογισμικού με κλειστό ή ανοικτό κώδικα.

### 4.3 Prototyping

Ένα πρωτότυπο είναι ένα πρώιμο δείγμα, μοντέλο ή απελευθέρωση ενός προϊόντος που έχει κατασκευαστεί για να δοκιμάσει την λειτουργία μιας ιδέας ή διαδικασίας.[23] Είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται σε διάφορα πλαίσια, όπως η σημασιολογία, ο σχεδιασμός, η ηλεκτρονική και ο προγραμματισμός του λογισμικού. Ένα πρωτότυπο χρησιμοποιείται γενικά για την αξιολόγηση ενός νέου σχεδιασμού για την ενίσχυση της ακρίβειας από τους αναλυτές συστημάτων και τους χρήστες. Το πρωτότυπο χρησιμοποιείται για να παρέχει προδιαγραφές για ένα πραγματικό, λειτουργικό σύστημα και όχι θεωρητικό.[24] Σε ορισμένα μοντέλα ροής εργασίας, η δημιουργία ενός πρωτοτύπου (μια διαδικασία που ονομάζεται μερικές φορές υλοποίηση) είναι το βήμα μεταξύ της τυποποίησης και της αξιολόγησης μιας ιδέας.[25]

Το πρωτότυπο λογισμικού είναι η δραστηριότητα της δημιουργίας πρωτοτύπων των εφαρμογών λογισμικού, δηλαδή ελλιπών εκδόσεων του προγράμματος που αναπτύσσεται. Πρόκειται για μια δραστηριότητα που μπορεί να συμβεί στην ανάπτυξη λογισμικού και είναι συγκρίσιμη με την προτυποποίηση όπως είναι γνωστή από άλλους τομείς, όπως η μηχανική ή η βιομηχανία.

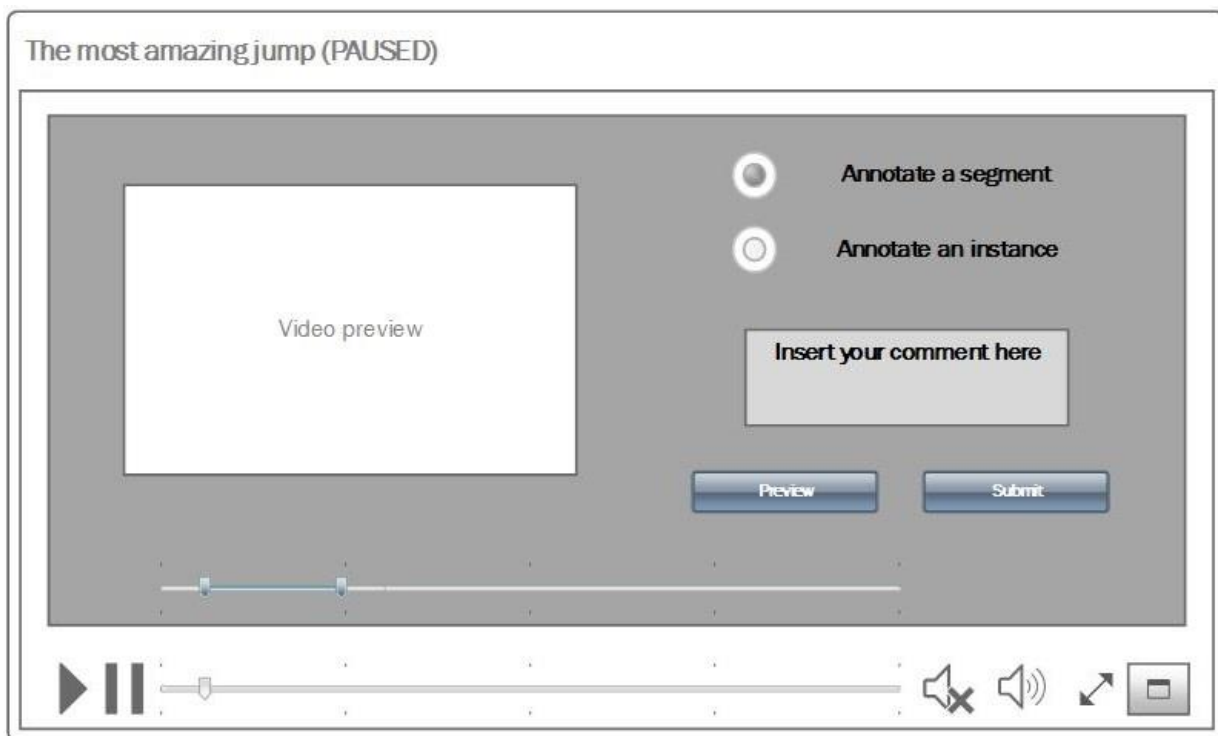
Ένα πρωτότυπο συνήθως προσομοιώνει μόνο μερικές πτυχές, και μπορεί να είναι εντελώς διαφορετικό από το τελικό προϊόν.

Το πρωτότυπο έχει πολλά πλεονεκτήματα: Ο σχεδιαστής και ο εφαρμοστής λογισμικού μπορούν να πάρουν πολύτιμη ανατροφοδότηση από τους χρήστες νωρίς στο έργο. Ο πελάτης και ο προγραμματιστής μπορούν να συγκρίνουν εάν το λογισμικό που ταιριάζει με τις προδιαγραφές του λογισμικού, σύμφωνα με το οποίο είναι κατασκευασμένο το πρόγραμμα λογισμικού. Επιτρέπει επίσης στον μηχανικό του λογισμικού κάποια κατανόηση της ακρίβειας των αρχικών εκτιμήσεων του έργου και εάν μπορούν να ικανοποιηθούν επιτυχώς οι προθεσμίες που προτείνονται. Ο βαθμός πληρότητας και οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία πρωτοτύπων έχουν εξελιχθεί και συζητηθεί από την πρότασή του στις αρχές της δεκαετίας του '70.[22]

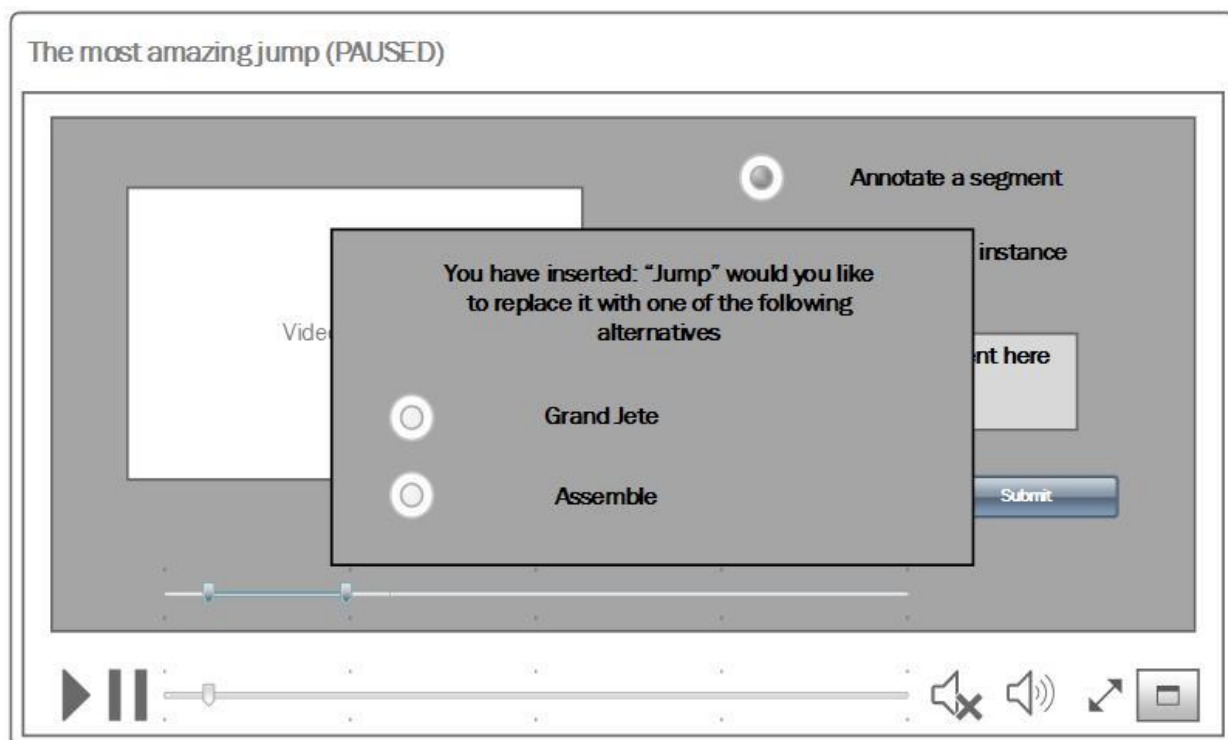
### 4.4 Wireframes/Mockups στην εφαρμογή

Η διεπαφή του έργου διαμορφώθηκε και αναπτύχθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις θεμελιώδεις αρχές της ευχρηστίας (usability) και τις τελευταίες τάσεις στον σχεδιασμό ιστοσελίδων. Επίσης, ο σχεδιασμός για τη σελίδα επισημειώσεων επηρεάστηκε βαθιά από τα προαναφερθέντα εργαλεία επισημειώσεων και κατ' επέκταση τα mockups που δημιουργήθηκαν γι' αυτό. Αφού αξιολογήσαμε μερικά από τα διαθέσιμα εργαλεία σχολιασμού, αυτό που αποφασίσαμε ότι ήταν το καλύτερο για να μας βοηθήσει να διαμορφώσουμε την δική μας εφαρμογή ήταν το ANVIL.

Παρόλο που το ANVIL είχε πολλά χαρακτηριστικά που δεν χρειαζόμασταν, μας βοήθησε ως σημείο αναφοράς ως προς τη δομή της διεπαφής χρήστη (UI), ώστε να γίνει ευκολότερη και πιο διαισθητική η χρήση της. Η δυνατότητα χρήσης πολλών γραμμών για διαφορετικούς τύπους σχολιασμών, καθώς και οι άρτια συντεταγμένοι πίνακες περιεχομένου ήταν ένα καλό σημείο εκκίνησης για την απεικόνιση της δικής μας εφαρμογής. Παρακάτω είναι μερικές από τις πρώτες πρότυπες οθόνες (wireframes) για το video player της εφαρμογής, επηρεασμένο από το ANVIL.

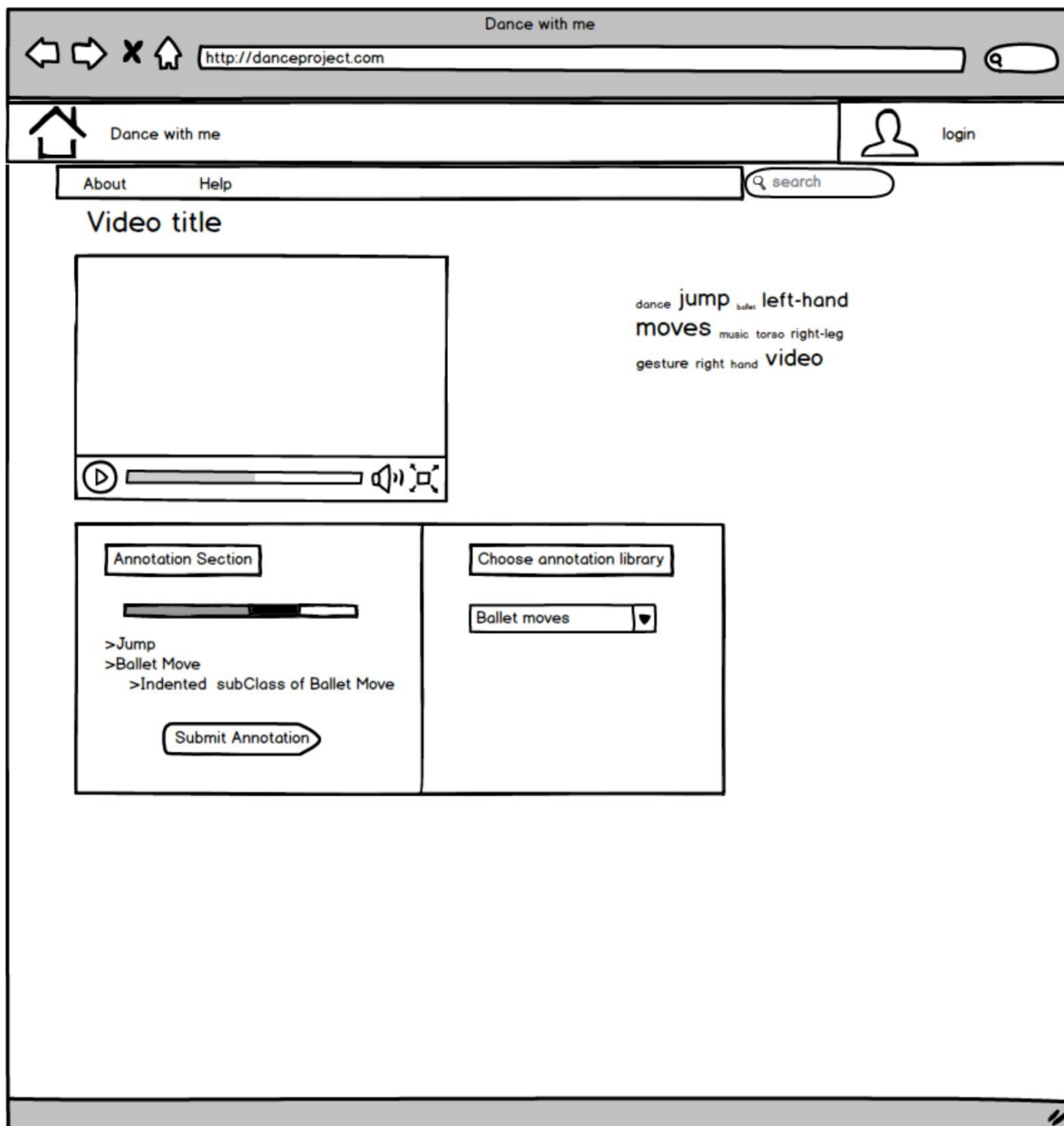


Εικόνα 1: Wireframe επηρεασμένο από το ANVIL 1



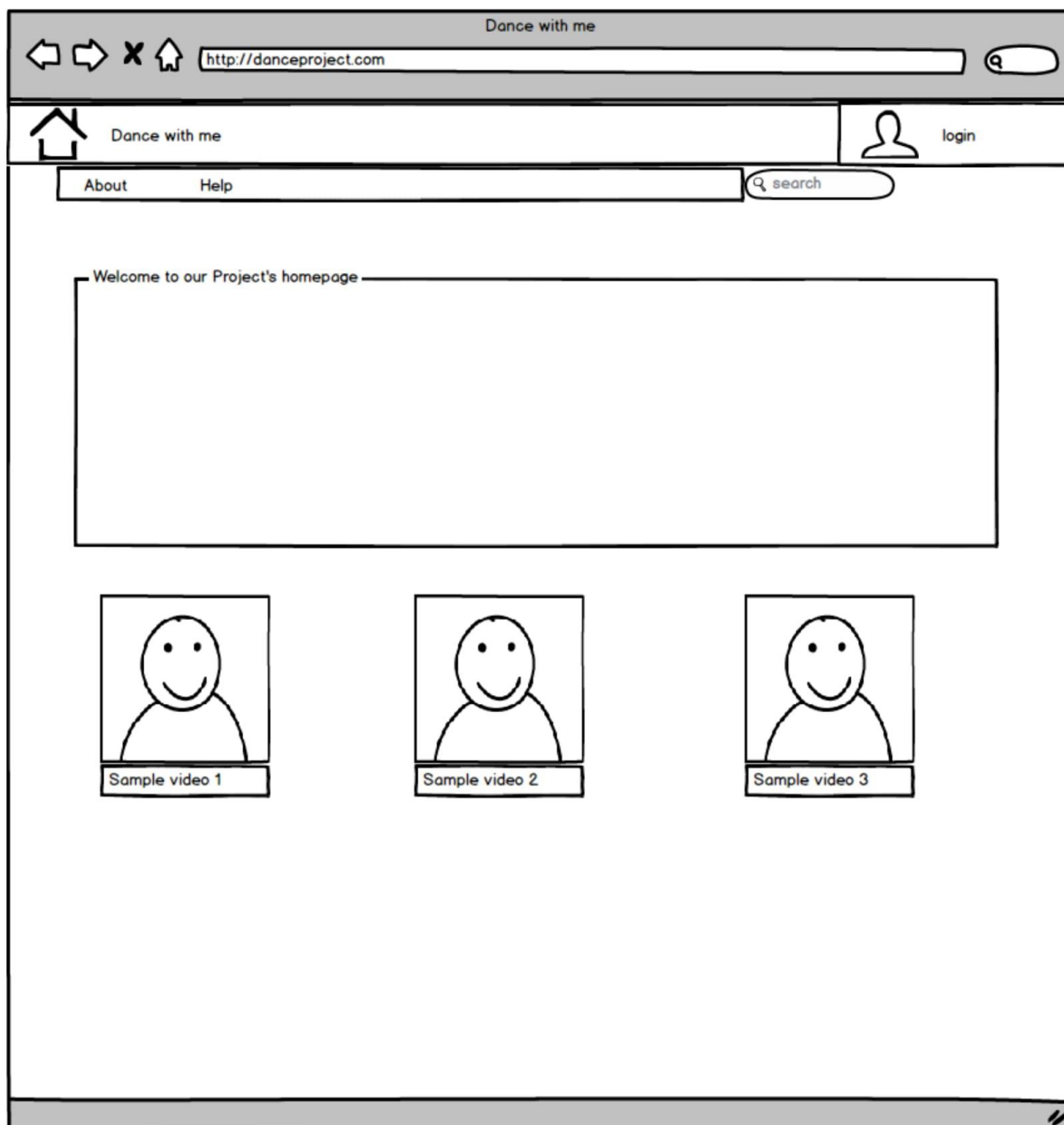
Εικόνα 2: Wireframe επηρεασμένο από το ANVIL 2

Καθώς η ιδέα για το σχεδιασμό της εφαρμογής ωρίμαζε, δημιουργήσαμε την τελική έκδοση των wireframes για τις περισσότερες από τις μελλοντικές σελίδες της.

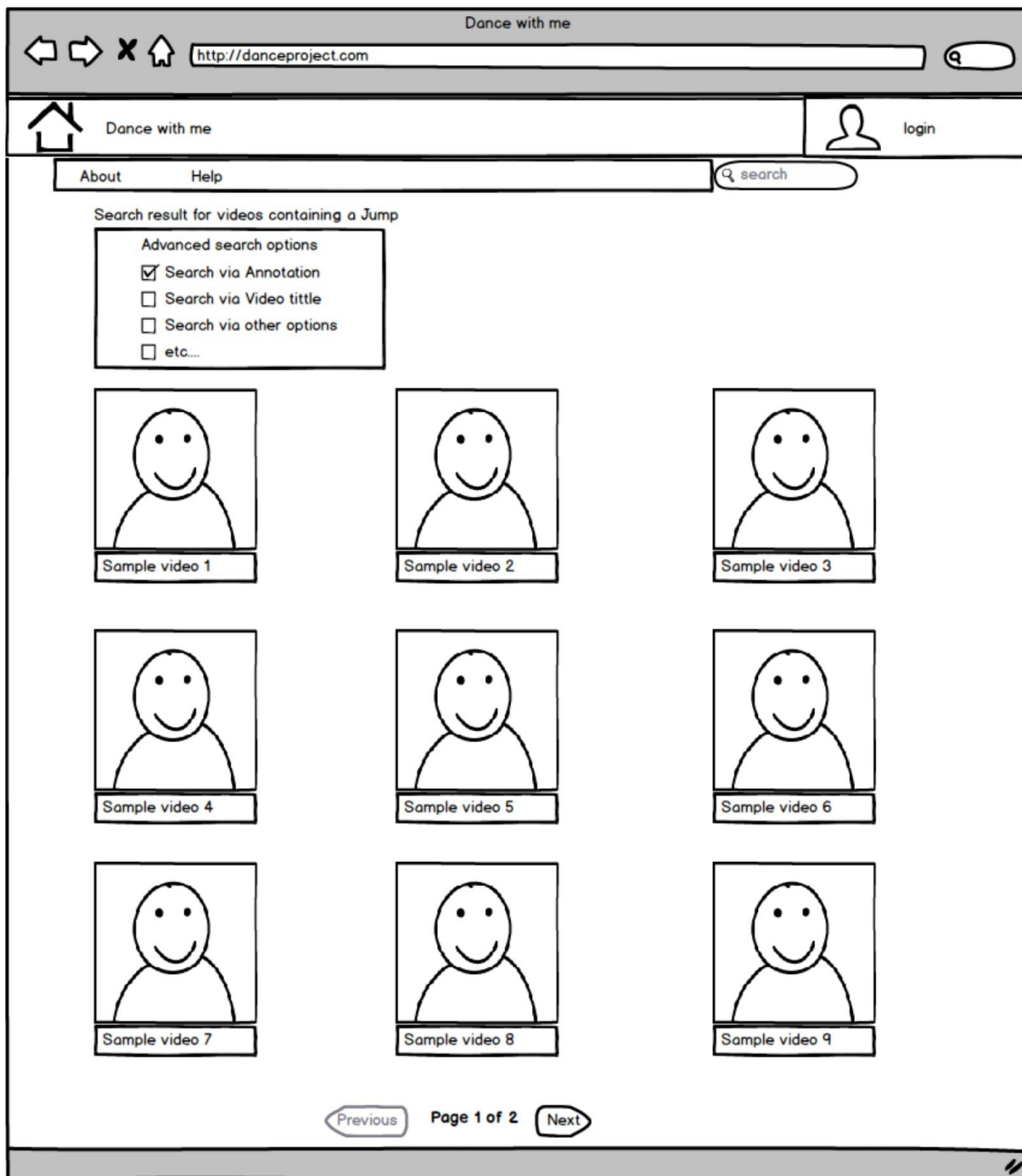


Εικόνα 3: Wireframe σελίδας video





Εικόνα 4: Wireframe αρχικής σελίδας



Εικόνα 5: Wireframe προηγμένης σελίδας αναζήτησης

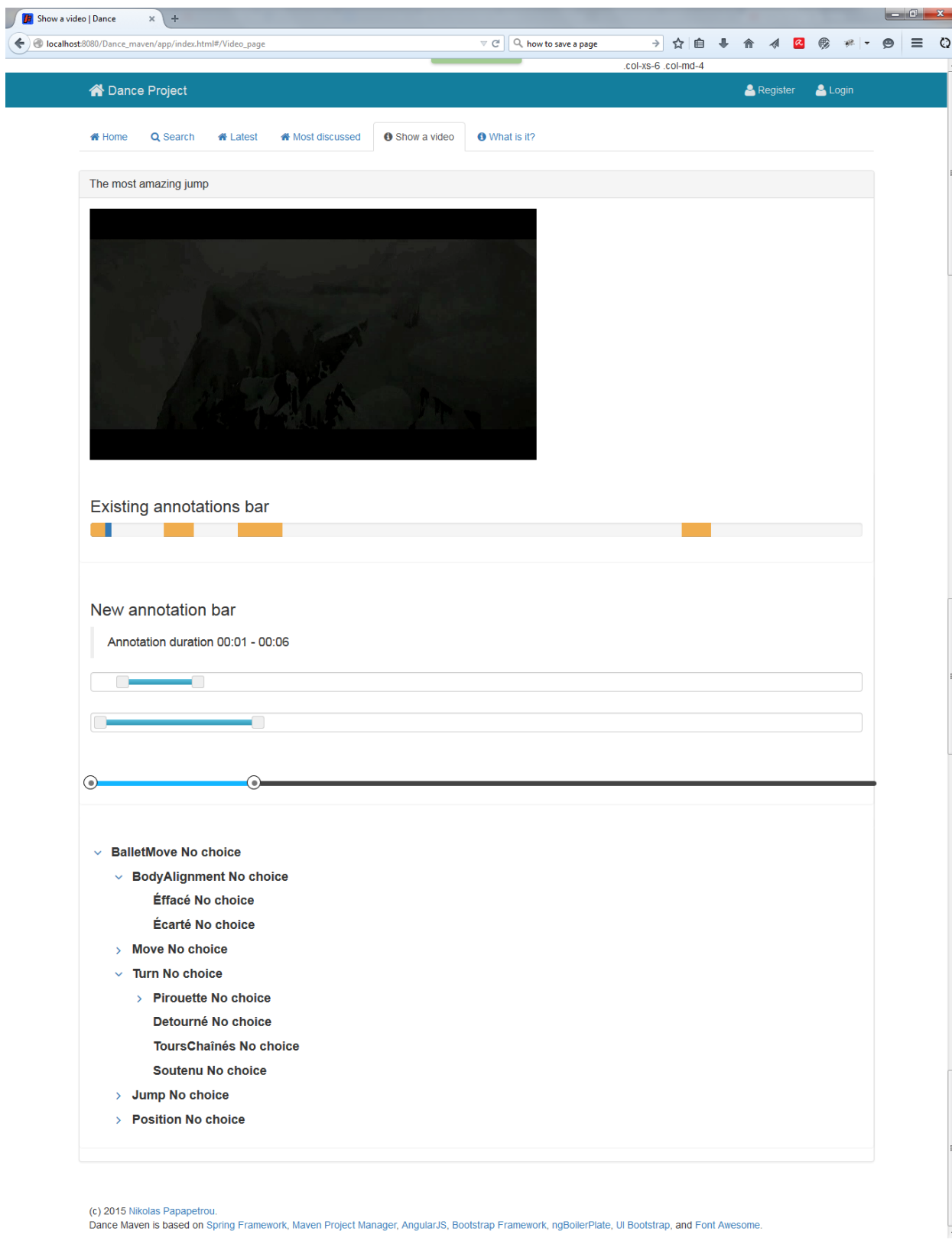
#### 4.5 Πρωτότυπα της εφαρμογής

Το τελευταίο μέρος της αξιολόγησης σχεδιασμού και ανασυγκρότησης πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης της εφαρμογής. Οι πιο σημαντικές αλλαγές ήταν αυτές που αφορούσαν τη σελίδα αναπαραγωγής βίντεο. Τα σημεία που έπρεπε να ληφθούν υπόψη ήταν τα ακόλουθα:

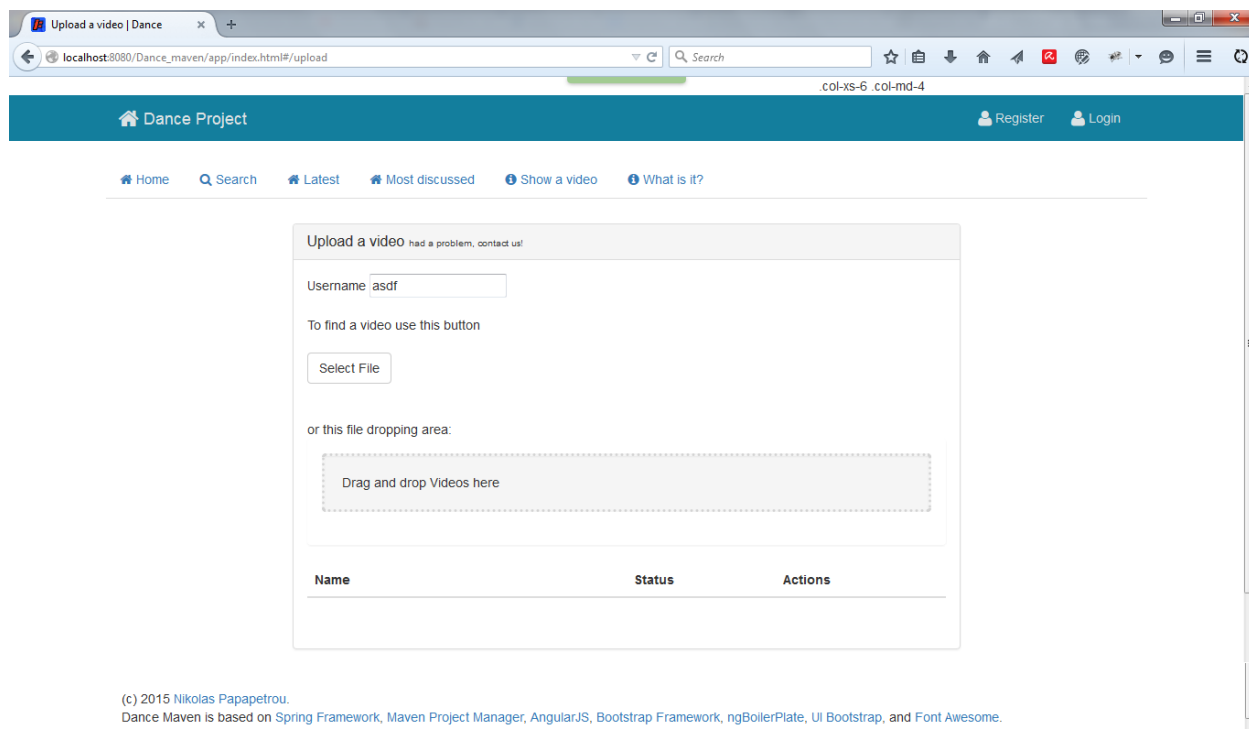
- ο αριθμός των ραβδών που θα χρησιμοποιηθούν για σχολιασμό, καθώς και ο σχεδιασμός τους,
- η οργάνωση της διεπαφής με έναν τρόπο που να διευκολύνει την επισημείωση στο βίντεο, αλλά και την εμφάνιση της προϋπάρχουσας πληροφορίας που παρέχεται από προηγούμενες επισημειώσεις,
- οι τρόποι εμφάνισης της ταξινόμησης του λεξιλογίου/δέντρου,
- η οργάνωση της φόρμας εισαγωγής για νέες επισημειώσεις και τρόπους να συγκεντρώνουμε περισσότερα μεταδεδομένα από τις πληροφορίες που παρέχονται από τους χρήστες.

Ακολουθεί ένα σύνολο εικόνων που σχετίζονται με την εφαρμογή, σε διάφορα στάδια της ανάπτυξής της:

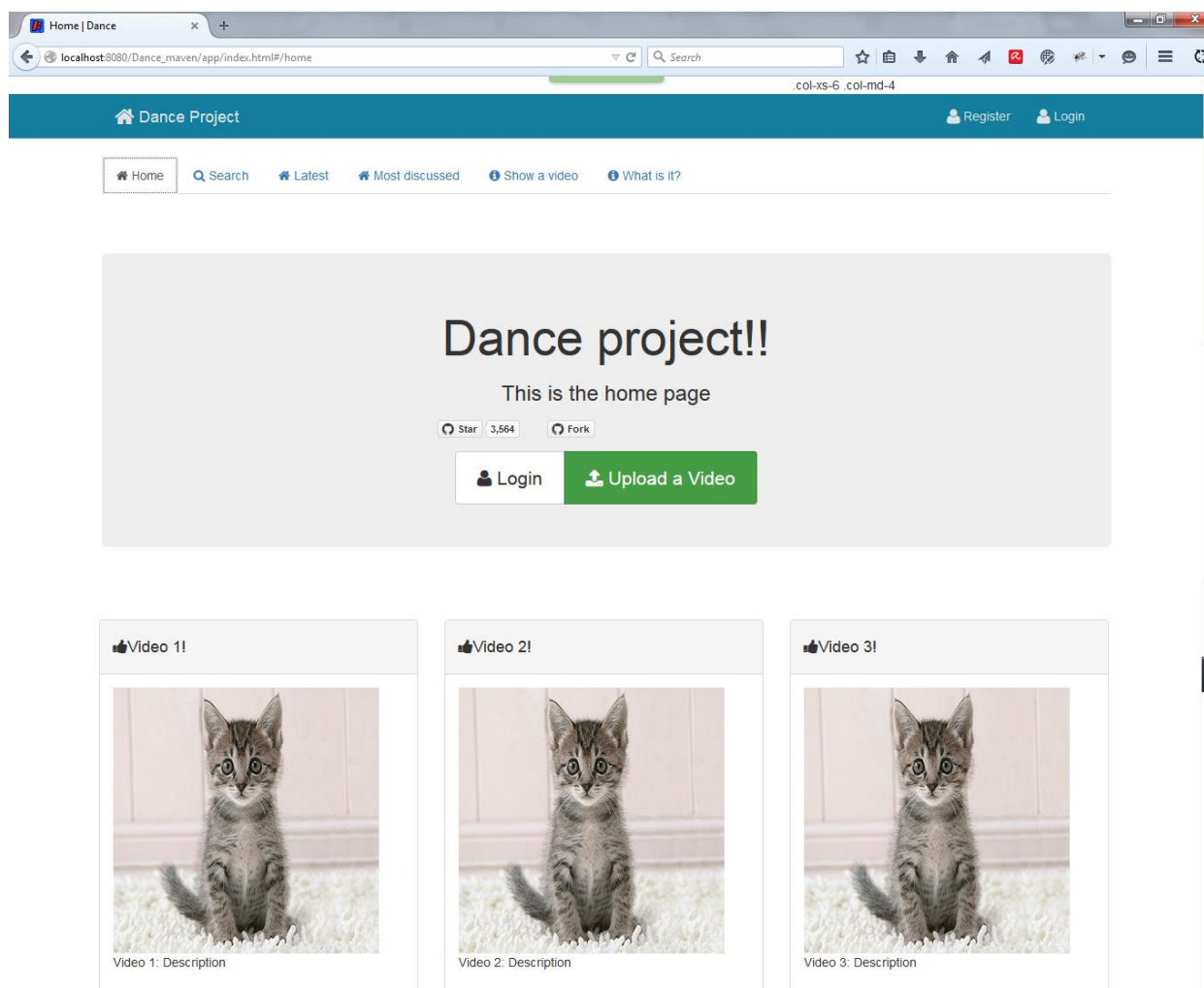
- Μια πρώιμη απεικόνιση στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν αργότερα στη σελίδα αναπαραγωγής βίντεο, όπως μπάρες για επισημείωση, γραφική αναπαράσταση του λεξιλογίου και το ίδιο το βίντεο (Εικόνα 6: Πρόωρη απεικόνιση της σελίδας βίντεο).
- Η απεικόνιση της σελίδας μεταφόρτωσης βίντεο, η οποία ενώ δημιουργήθηκε δεν παρέχεται στην τελική έκδοση της εφαρμογής (Εικόνα 7).
- Η αρχική σελίδα, συμπεριλαμβανομένου ενός μηνύματος καλωσορίσματος και της προβολής διαφορετικών βίντεο που μπορεί να επιλέξει ο χρήστης (Εικόνα 8).



Εικόνα 6: Πρόωρη απεικόνιση της σελίδας βίντεο



**Εικόνα 7: Σελίδα μεταφόρτωσης βίντεο**



Εικόνα 8: Πρωτότυπο αρχικής σελίδας

## 5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Υλοποιώντας μια διαδικτυακή εφαρμογή όπως αυτή, ένα κρίσιμο κομμάτι είναι η επιλογή των κατάλληλων εργαλείων για την υλοποίηση της, ειδικά αν λάβουμε υπόψη τον ταχύ ρυθμό με τον οποίο αλλάζει ο προγραμματισμός στο διαδίκτυο. Έτσι, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι κανείς πρέπει να είναι προσεκτικός επιλέγοντας τα εργαλεία που θα αξιοποιηθεί.

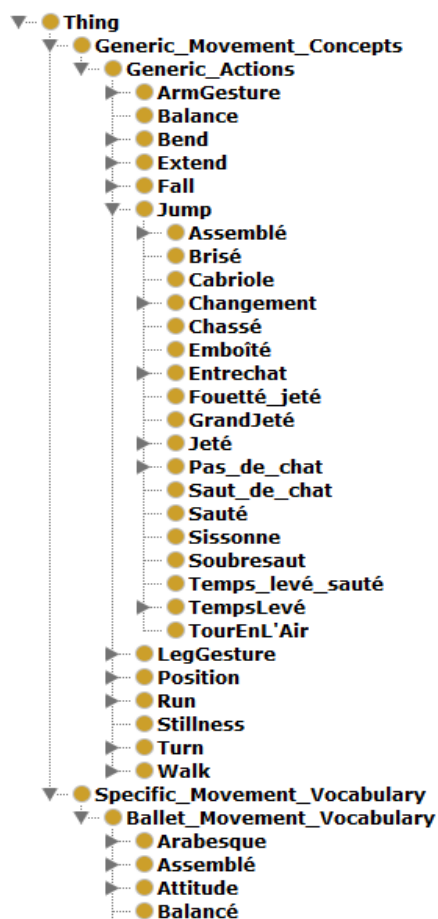
Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση αυτού του έργου επιλέχθηκαν με βάση την επιρροή αλλά και τη χρήση τους στη σημερινή αγορά ανάπτυξης ιστοσελίδων. Μετά από μελέτη των τάσεων του διαδικτύου και την επανεξέταση των μειονεκτημάτων και πλεονεκτημάτων διαφόρων τεχνολογιών, έγινε η τελική επιλογή. Τα χαρακτηριστικά που κρίθηκαν ευνοϊκά για την τελική απόφαση ήταν μεταξύ άλλων η ευρωστία (robustness) της τεχνολογίας, η διαθεσιμότητα βιβλιοθηκών – επιπλέον έμφαση σε μια καλή βιβλιοθήκη για τη διαχείριση οντολογιών γραμμένων στην γλώσσα οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό (OWL) – μαζί με την ελαστικότητα (elasticity) της, την απόδοση και τέλος την εκφραστικότητα (expressiveness) της.

### 5.1 Αρχιτεκτονική του συστήματος

Το back-end ή server-side της εφαρμογής αποτελείται από τον διακομιστή (server), τη βάση δεδομένων και όλες τις λειτουργίες που χρειάζονται για να τρέξει το πρόγραμμα, αλλά δεν γίνονται εμφανείς στον χρήστη, εδώ εφαρμόζουμε την συλλογιστική πάνω στην οντολογία και εκτελείται η γενική της διαχείριση.

#### 5.1.1 Η οντολογία μπαλέτου της εφαρμογής

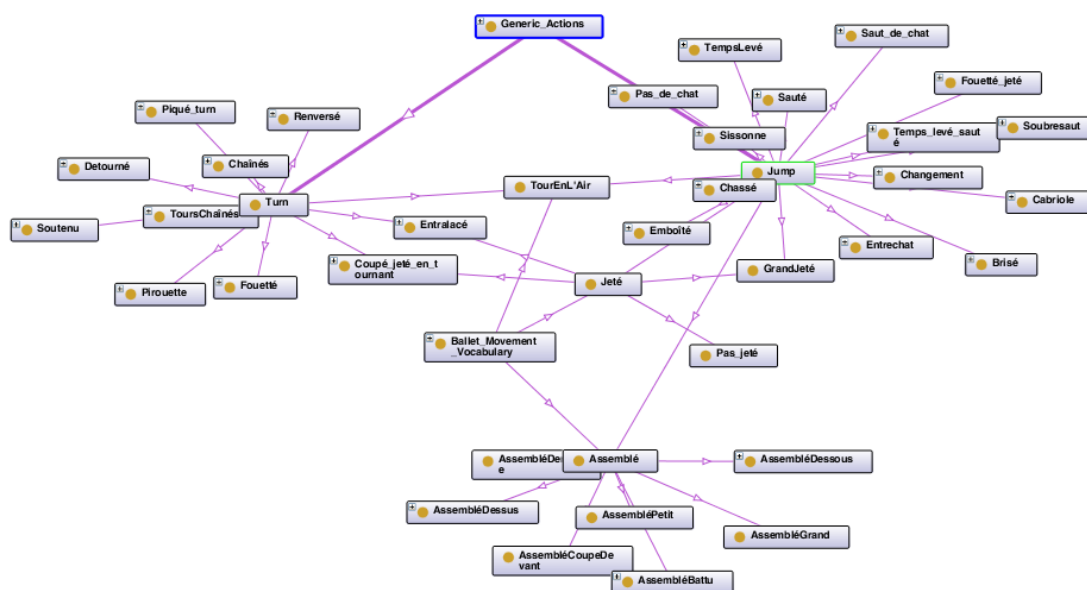
Για την υλοποίηση της Οντολογίας, η οποία ονομάστηκε ballet.owl, χρησιμοποιήσαμε την 2<sup>η</sup> έκδοση της γλώσσας οντολογίας στον παγκόσμιο ιστό (OWL-2) και αναπτύχθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας Protégé. Η Protégé είναι μια ελεύθερη πλατφόρμα ανοικτού κώδικα που παρέχει μια σειρά εργαλείων για την κατασκευή μοντέλων πεδίου γνώσης με χρήση οντολογίας.



Σχήμα 5: Η απεικόνιση τμήματος της οντολογίας στο πρόγραμμα Protégé [7]

Η εννοιολογική μοντελοποίηση της κίνησης και η σχετική οντολογία που δημιουργήθηκε στο πλαίσιο αυτού του έργου περιγράφεται από την K. El Raheb et al. [7] μαζί με το διαδικτυακό σύστημα





Σχήμα 6: Μέρος της οντολογίας, παρουσιάζοντας τις υποκατηγορίες των Γενικών Ενεργειών Turn και Jump, οι οποίες είναι επίσης υποκατηγορίες του Λεξιλογίου Κινήσεων Μπαλέτου [7]

### 5.1.2 Η βάση δεδομένων

Η εφαρμογή παρέχει ένα σύστημα αρχειοθέτησης για τα βίντεο, ενώ τόσο τα μεταδεδομένα των βίντεο όσο και οι σχολιασμοί των χρηστών αρχειοθετούνται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων.

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζουμε συνοπτικά την δομή της βάσης δεδομένων, η οποία υλοποιεί ένα μοντέλο σχέσης οντότητας με τρεις κύριες οντότητες: Account (Χρήστης), Video και Annotation.

Με περισσότερες λεπτομέρειες κάθε πίνακας έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Σχήμα 7):

Ο πίνακας Account διατηρεί τα δεδομένα που αφορούν έναν συγκεκριμένο λογαριασμό χρήστη. Τα δεδομένα που διατηρεί ο πίνακας είναι: Το όνομα, δηλαδή το username του χρήστη, ο κωδικός πρόσβασης του λογαριασμού και, τέλος, η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, αν και αυτό το χαρακτηριστικό δεν χρησιμοποιείται προς το παρόν.

Ο πίνακας Video περιέχει όλα τα δεδομένα σχετικά με τα βίντεο της εφαρμογής, καθώς και τα αντίστοιχα μεταδεδομένα, τα οποία είναι τα εξής:

- *Τίτλος* (Title) Του βίντεο
- *Είδος* (Genre): στην τρέχουσα έκδοση η μόνη δυνατή τιμή είναι το Μπαλέτο, αλλά θεωρούμε ότι θα προστεθούν περισσότερα βίντεο και λεξιλόγια για άλλα είδη χορού σε μελλοντικές εκδόσεις της εφαρμογής.
- *Χορευτής* (Dancer): περιέχει όλα τα ονόματα των χορευτών που εμφανίζονται στο βίντεο.

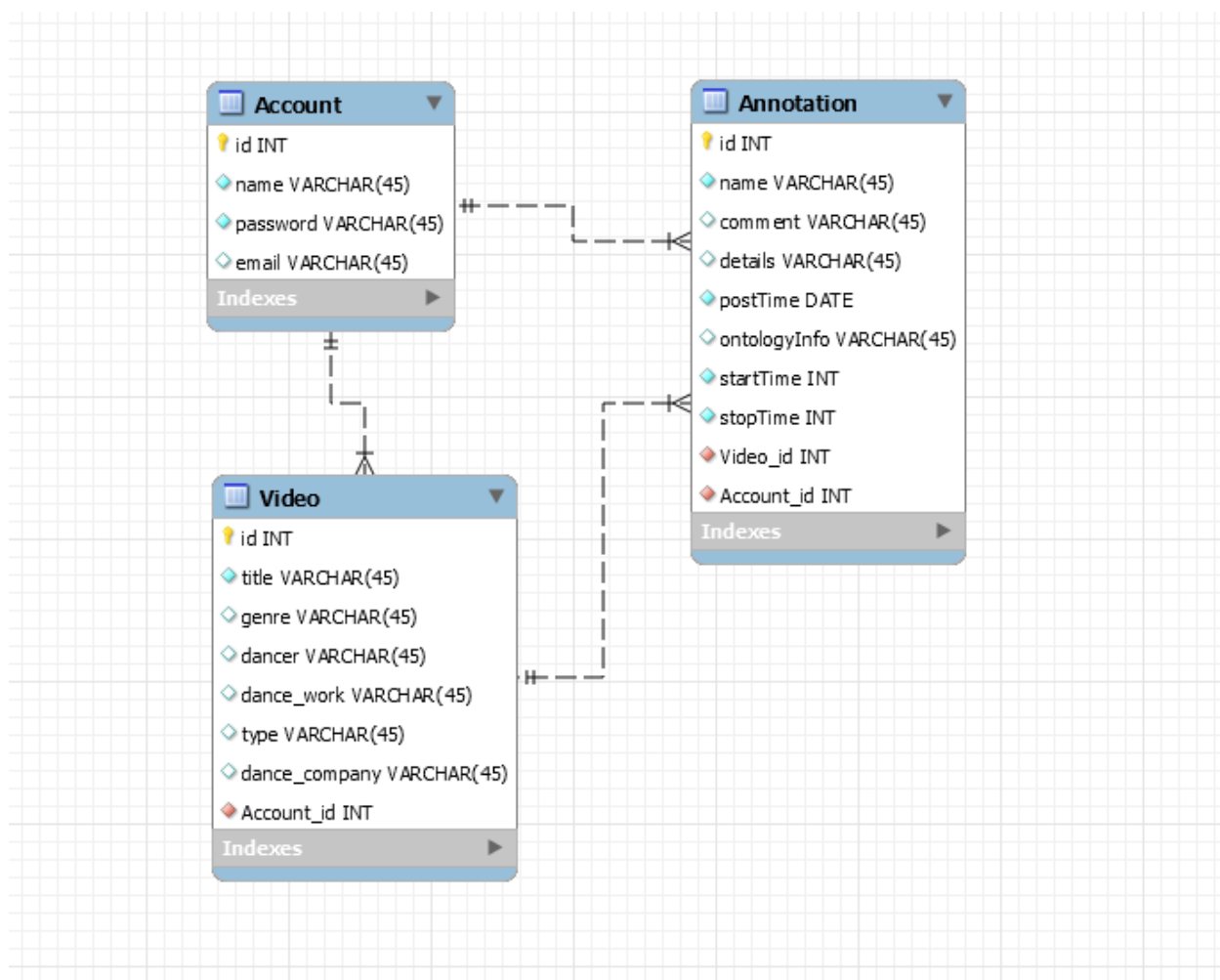
- *Έργο-χορού* (Dance-work): το πεδίο αυτό μπορεί να περιέχει πληροφορίες όπως το όνομα του έργου, τη σκηνή που εμφανίζεται και την πράξη του έργου, για παράδειγμα: "Don-Quixote, Kitri variation, Act 1".
- *Εταιρία-χορού* (Dance\_company): ο αντίστοιχος χορευτικός θίασος, π.χ., Bolshoi Ballet.

Annotation ονομάζεται ο πίνακας στον οποίο αποθηκεύονται οι επισημειώσεις των χρηστών. Έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- το Όνομα (Name) της επισημείωσης: μια εγγραφή αποθηκεύεται για κάθε ετικέτα (tag) που επιλέγεται από το χρήστη για ένα συγκεκριμένο τμήμα ενός βίντεο. Αν η επισημείωση είναι επιλεγμένη από το λεξιλόγιο τότε είναι μια αναφορά σε ένα όνομα μιας κλάσης της οντολογίας, διαφορετικά είναι η προσαρμοσμένη ετικέτα που εισήγαγε ο χρήστης.
- Σχόλιο (Comment), είναι ένας χαρακτηρισμός της επισημείωσης που μόλις δημιούργησε ο χρήστης.
- PostTime είναι η ώρα που ο χρήστης έκανε την επισημείωση
- OntologyInfo είναι το URI οντολογίας στο αναφερόμενο όνομα κλάσης οντολογίας εάν έχει επιλεγθεί μια από τις κλάσεις της ή null διαφορετικά. Αυτό το χαρακτηριστικό κάνει δυνατή την καταγραφή των επισημειώσεων που προστίθενται από τους ίδιους χρήστες στον άξονα του χρόνου.
- Ώρα έναρξης (StartTime), είναι ο χρόνος που η επισημείωση αρχίζει, στο βίντεο.
- Ώρα λήξης (StopTime), είναι ο χρόνος που η επισημείωση σταματά, στο βίντεο. Τα StartTime και StopTime εκφράζονται σε δευτερόλεπτα του βίντεο.

Οι πίνακες της βάσης δεδομένων συνδέονται μεταξύ τους με τους ακόλουθους τρόπους:

- Ο πίνακας Account έχει μια σχέση 1-N με τον πίνακα Video και τον πίνακα Annotation.
- Ο πίνακας Video έχει μια σχέση N-1 με τον πίνακα Account και ένα 1-N με τον πίνακα Annotation.
- Ο πίνακας Annotation έχει μια σχέση N-1 με τον πίνακα Annotation και με τον πίνακα Video.



Σχήμα 7: Δομή της βάσης δεδομένων

### 5.1.3 Ο διακομιστής Java EE

Για την υλοποίηση του διακομιστή της εφαρμογής επιλέχθηκε το spring framework, το οποίο είναι γραμμένο σε Java EE. Αυτός είναι ο ακρογωνιαίος λίθος της εφαρμογής που συνδέει την οντολογία, τη βάση δεδομένων και την διεπαφή χρήστη (UI).

Το spring framework είναι ένα από τα πιο χρησιμοποιημένα περιβάλλοντα προγραμματισμού σε Java. Περιλαμβάνει μια συλλογή από βιβλιοθήκες σε Java και χρησιμοποιεί αρχή σχεδιασμού στον κώδικα του, την αντιστροφή του ελέγχου (Inversion of Control).

#### 5.1.3.1 Αντιστροφή του Ελέγχου

Στη μηχανική λογισμικού, η αντιστροφή του ελέγχου είναι μια αρχή σχεδιασμού στην οποία προσαρμοσμένα τμήματα ενός προγράμματος υπολογιστή λαμβάνουν τη ροή ελέγχου από ένα γενικό πλαίσιο. Μια αρχιτεκτονική λογισμικού με αυτό το σχέδιο αναστρέφει τον έλεγχο σε σύγκριση με τον παραδοσιακό διαδικαστικό προγραμματισμό: στον παραδοσιακό προγραμματισμό, ο προσαρμοσμένος κώδικας που εκφράζει το σκοπό του προγράμματος καλεί από επαναχρησιμοποιήσιμες βιβλιοθήκες για να αναλάβει γενικές εργασίες, αλλά με την αντιστροφή ελέγχου, το framework καλεί τον προσαρμοσμένο κώδικα ή τον κώδικα συγκεκριμένης εργασίας.

Η αναστροφή του ελέγχου χρησιμοποιείται για να αυξήσει τη διαμόρφωση του προγράμματος και να το καταστήσει[27] επεκτάσιμο, Και έχει εφαρμογές σε αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και άλλα παραδείγματα προγραμματισμού. Ο όρος διαδόθηκε από τους Robert C. Martin και Martin Fowler.

Ο όρος σχετίζεται, αλλά είναι διαφορετικός από την αρχή της αντιστροφής εξάρτησης, η οποία αφορά τον εαυτό της με την αποσύνδεση των εξαρτήσεων μεταξύ του υψηλού επιπέδου και χαμηλού επιπέδου μέσω κοινών αφαιρέσεων. Η γενική ιδέα σχετίζεται επίσης με τον προγραμματισμό που βασίζεται σε γεγονότα, δεδομένου ότι συχνά υλοποιείται με τη χρήση του IoC, έτσι ώστε ο προσαρμοσμένος κώδικας να ασχολείται μόνο με το χειρισμό συμβάντων, ενώ ο βρόχος συμβάντων και η αποστολή γεγονότων / μηνυμάτων χειρίζεται από το framework.

### 5.1.3.2 Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών Jena

Για την πρόσβαση στην οντολογία μέσω της Java εξετάσαμε δύο διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (APIs), το OWL API και το Jena Ontology API.

Το OWL API είναι ένα Java API ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία, τον χειρισμό και τη σειριοποίηση των Οντολογιών OWL.

Το Jena Ontology API είναι ένα API που περιλαμβάνεται στο έργο Apache Jena. Το Apache Jena είναι ένα ελεύθερο και ανοιχτό Java framework για τη δημιουργία εφαρμογών σημασιολογικού ιστού (semantic web) και εφαρμογών συνδεδεμένων δεδομένων (Linked Data). Αυτό το framework αποτελείται από διαφορετικά API που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να επεξεργαστούν δεδομένα RDF.

Οι απαιτήσεις μας από αυτά τα API ήταν:

- A. Ευκολία στη χρήση
- B. Ενεργή κοινότητα
- Γ. Ομαλή ενσωμάτωση με το Pellet, για περαιτέρω εξαγωγή μεταδεδομένων
- Δ. Παραγωγή κατανοητού και σαφούς κώδικα που μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί με ευκολία

Το Pellet είναι ένας συλλογιστής (reasoner) για την OWL-2. Πρόκειται για πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα, κατασκευασμένο με java και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο από το Jena API όσο και από το OWL API. Παρέχει λειτουργικότητες που αφορούν στον έλεγχο της λογικής συνέπειας και στον υπολογισμό της ιεραρχικής ταξινόμησης μιας οντολογίας, στην απάντηση σε ερωτήματα που τίθενται σε γλώσσα SPARQL.

Μετά από προσεκτική εξέταση και δοκιμές χρησιμοποιώντας και τα δύο API, αποφασίστηκε η χρήση του Jena API, λόγω της ευκολίας εκμάθησής του και της εκπλήρωση των αναγκών της εφαρμογής.

### 5.1.3.3 Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών REST

Η εφαρμογή για να επικοινωνήσει τα δεδομένα της από τον διακομιστή προς την διεπαφή χρήστη, χρησιμοποιεί μια διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface). Η οποία αξιοποιεί την υπηρεσία REST (Representational State Transfer), κάνοντας την άρα ένα RESTful API ή αλλιώς ένα API που τρέχει πάνω από REST.

Το REST ή οι υπηρεσίες RESTful Web αποτελούν έναν τρόπο παροχής διαλειτουργικότητας μεταξύ συστημάτων υπολογιστών στο Διαδίκτυο. Οι υπηρεσίες Web που είναι συμβατές με το REST επιτρέπουν στα αιτούμενα συστήματα να έχουν πρόσβαση και να χειρίζονται τις παραστάσεις κειμένου των πόρων του διαδικτύου χρησιμοποιώντας ένα ομοιόμορφο και προκαθορισμένο σύνολο ξένων λειτουργιών. Άλλες μορφές υπηρεσίας Web υπάρχουν, οι οποίες εκθέτουν τα δικά τους αυθαίρετα σύνολα λειτουργιών όπως το WSDL και το SOAP.[1] Οι "Διαδικτυακοί πόροι" ορίστηκαν για πρώτη φορά στον Παγκόσμιο Ιστό ως έγγραφα ή αρχεία που προσδιορίζονται από τις διευθύνσεις URL τους, αλλά σήμερα έχουν έναν πολύ πιο γενικό και αφηρημένο ορισμό που περιλαμβάνει κάθε πράγμα ή οντότητα που μπορεί να προσδιοριστεί, να ονομαστεί, να εμφανιστεί στο Διαδίκτυο. Σε μια υπηρεσία RESTful Web, τα αιτήματα που υποβάλλονται στο URI ενός πόρου θα προκαλέσουν μια απάντηση που μπορεί να είναι XML, HTML, JSON ή κάποια άλλη καθορισμένη μορφοποίηση. Η απόκριση μπορεί να επιβεβαιώσει ότι έχουν γίνει ορισμένες αλλαγές στον αποθηκευμένο πόρο και μπορεί να παρέχει συνδέσεις υπερκειμένου με άλλους σχετικούς πόρους ή συλλογές πόρων. Χρησιμοποιώντας το HTTP, όπως είναι πιο συνηθισμένο, το είδος των διαθέσιμων λειτουργιών περιλαμβάνει εκείνες που είναι προκαθορισμένες από τα ρήματα HTTP GET, POST, PUT, DELETE και ούτω καθεξής. Χρησιμοποιώντας ένα ξένο πρωτόκολλο και τυποποιημένες λειτουργίες, τα συστήματα REST επιδιώκουν την γρήγορη απόδοση, την αξιοπιστία και την ικανότητα ανάπτυξης, επαναχρησιμοποιώντας συστατικά που μπορούν να διαχειρίζονται και να ενημερώνονται χωρίς να επηρεάζουν το σύστημα στο σύνολό του, ακόμα και όταν εκτελείται .

#### 5.1.3.4 Οι παρεχόμενοι μέθοδοι HTTP μέσω REST

Ακολουθούν οι μέθοδοι πρωτοκόλλου μεταφοράς υπερκειμένου (HTTP) που παρέχονται από τον διακομιστή (Πίνακας 2):

Πίνακας 2: Μέθοδοι Http του RESTful API μας

| HTTP Μέθοδοι   | GET                | POST              | DELETE        |
|--|--------------------|-------------------|---------------|
| /rest/accounts   | findAllAccounts    | createAccount     | ---           |
| /rest/accounts/{accountId}                                 | GetAccount         | ---               | deleteAccount |
| /rest/accounts/{accountId}/videos                          | findAllVideos      | CreateVideo       |               |
| /rest/accounts/{accountId}/<br>/annotations/{videoid}      | ---                | createAnnotation  | ---           |
| /rest/accounts/{accountId}/<br>/annotations/{videoid}/list | ---                | CreateAnnotations | ---           |
| /rest/accounts/{accountId}/<br>/annotations                | findAllAnnotations | ---               | ---           |
| /rest/videos   | findAllVideos      | ---               | ---           |
| /rest/videos/{videoid}                                     | getVideo           | ---               | ---           |
| /rest/videos/annotations                                   | ---                | findByAnnot       | ---           |
| /rest/videos/{videoid}/annotations                         | findAllAnnotations | ---               | ---           |
| /rest/annotations  | findAllAnnotations | ---               | ---           |
| /rest/annotations/{annotationId}                           | getAnnotation      | ---               | ---           |



## 6. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΔΙΕΠΑΦΗΣ

Όπως συμβαίνει με τις περισσότερες σύγχρονες εφαρμογές, συνίσταται η χρήση ενός περιβάλλοντος (framework) για τη διαχείριση της διεπαφής χρήστη και του κώδικα σε γλώσσες javascript και css.

Για τις ανάγκες αυτής της εφαρμογής αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε το περιβάλλον AngularJS για την γλώσσα javascript μας και ορίσαμε σαν στόχο η εφαρμογή να πάρει τη μορφή, εφαρμογής μιας σελίδας (Single Page Application).

Οι SPA (Single Page Application) είναι εφαρμογές διαδικτύου που φορτώνουν μια μόνο σελίδα HTML από τον διακομιστή και ενημερώνουν δυναμικά τη συγκεκριμένη σελίδα καθώς ο χρήστης αλληλεπιδρά με την διεπαφή. Οι SPA χρησιμοποιούν AJAX και HTML5 για να δημιουργούν εφαρμογές Web υψηλής απόδοσης και απόκρισης, χωρίς συνεχείς επαναφορτώσεις των σελίδων. Αυτό σημαίνει ότι μεγάλο μέρος της εργασίας λαμβάνει χώρα στον διακομιστή του χρήστη (client side), δίνοντας στον server την ευκαιρία να μοιραστεί μέρος του φόρτου εργασίας του με το πρόγραμμα περιήγησης του χρήστη.

Επίσης, μαζί με την Angular χρησιμοποιούμε το ngBoilerplate Angular kickstarter. Ένα kickstarter είναι κατ' ουσίαν μια εφαρμογή γρήγορης εκκίνησης (starter application). Αυτή είναι με τη σειρά της μια γενική εφαρμογή ενός προγράμματος που είναι διαθέσιμο ως βάση και βασιζόμενοι στο οποίο μπορούμε να φτιάξουμε πιο εύκολα την δική μας εφαρμογή. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση του ngBoilerplate, έχουμε να κάνουμε με ένα πρόγραμμα που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την διαδικασία παραγωγής κώδικα. Παρέχει έτσι ένα βασικό πλαίσιο πάνω στο οποίο να χτίσει κάποιος μια εφαρμογή AngularJS. Ο κώδικας του χρησιμοποιεί ενδεδειγμένες πρακτικές για να εξασφαλίσει την εύκολη επανάχρηση κώδικα και τη μέγιστη δυνατότητα κλιμάκωσής του.

Το ngBoilerplate έρχεται επίσης προσυσκευασμένο με τα πιο δημοφιλή περιβάλλοντα σχεδίασης: το Bootstrap Twitter, το Angular UI, το Angular Bootstrap, το Font Awesome και το LESS. Τέλος, περιέχει ένα εξελιγμένο σύστημα για προεπεξεργασία δεδομένων (build), βασισμένο στο Grunt με σκοπό την μέγιστη παραγωγικότητα.

Εν γένει, υπάρχουν πολλοί τρόποι να δομηθεί ο κώδικας μιας εφαρμογής. Όσον αφορά τις εφαρμογές AngularJS, ενθαρρύνεται η χρήση του μοντέλου Model-View-Controller (MVC), προκειμένου να διαχωριστεί ο κώδικας βάση διαφορετικών μερών του. Επομένως χρησιμοποιήσαμε το MVC μοντέλο, μαζί με άλλες ενδεδειγμένες πρακτικές της γλώσσας, όπως υποδεικνύεται στον επίσημο ιστότοπο της Angular.

Όταν θέλουμε να αποκτήσουμε πρόσβαση σε λειτουργίες της γλώσσας που δεν περιλαμβάνονται αυτόματα ή να διαχωρίσουμε τον κώδικα μας για καλύτερη αναγνωσιμότητα, χρησιμοποιούμε μια δομή που ονομάζεται module. Η ίδια λογική ισχύει και όταν προσθέτουμε βιβλιοθήκες τρίτων για την επέκταση της γλώσσας. Ένα Angular module είναι μια συλλογή από services, directives, controllers και filters. Για την εφαρμογή μας, κάθε μία από τις σελίδες της εφαρμογής έχει το δικό της προσαρμοσμένο module.

Τα Angular modules που χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή είναι τα εξής:

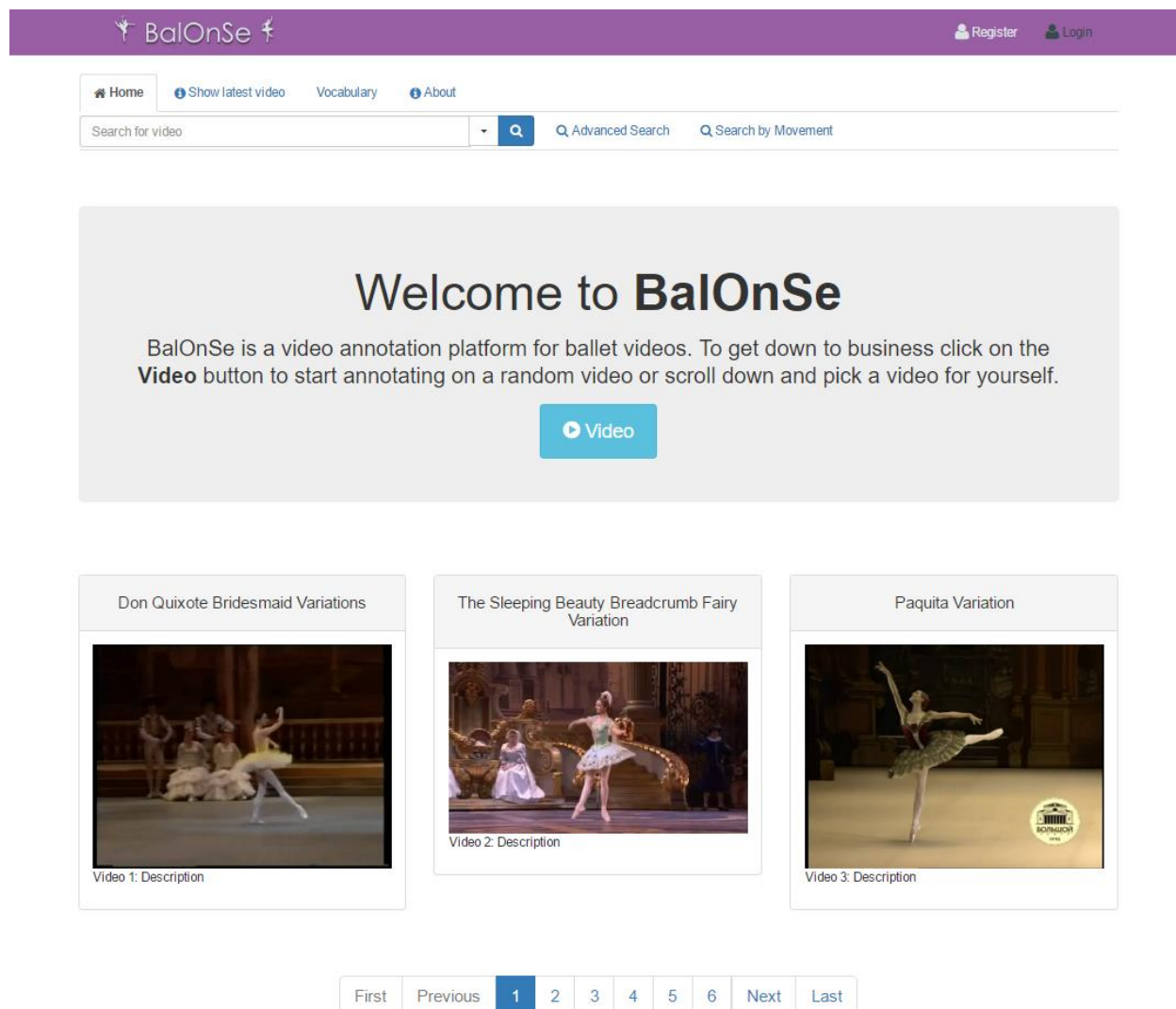
- UI router: Ένα Angular module για πλοήγηση μεταξύ των διαφόρων σελίδων και των αντίστοιχων προτύπων τους από τον διακομιστή του χρήστη.

- NgDialog: Μια επέκταση της Angular από τρίτους, για την παραγωγή αναδυόμενων παραθύρων, που χρησιμοποιούνται στην επιλογή επισημειώσεων και στα παράθυρα βοήθειας στη σελίδα βίντεο.
- NgResource: Ένα Angular module για την πραγματοποίηση αιτήσεων HTTP.
- Ui.bootstrap: Το UI bootstrap εισάγει πολλά χρήσιμα εργαλεία για την διεπαφή χρήστη, πλήρως ενσωματωμένα στο στυλ bootstrap.css.
- Ui-rangeSlider: Μια επέκταση της Angular από τρίτους.
- Ui.slider: Ένας ρυθμιστής εύρους σε μπάρα που παρέχεται από το bootstrap UI.
- Angular-jqcloud: Ένα module συννέφου λεκτικών περιγραφών (tag cloud) για την Angular του οποίου πήραμε την αρχική υλοποίηση και την επεκτείναμε βάση των αναγκών μας.
- MyDanceApp.home: Η ενότητα για την κύρια σελίδα της εφαρμογής, περιλαμβάνει μεθόδους για την ανακατεύθυνση στα βίντεο.
- MyDanceApp.about: Ένα απλό στατικό module, στο οποία περιλαμβάνονται γενικές πληροφορίες της εφαρμογής.
- MyDanceApp.account: Ένα module για την εγγραφή και την είσοδο των χρηστών στην εφαρμογή.
- MyDanceApp.video: Το module της σελίδας βίντεο, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργικότητας για την προσθήκη επισημειώσεων, του cloud tag και της συσκευής αναπαραγωγής για το βίντεο
- MyDanceApp.upload: Το module που είναι υπεύθυνο για την διεπαφή χρήστη της σελίδας μεταφόρτωσης βίντεο.
- MyDanceApp.search: Το module για τη σελίδα σύνθετης αναζήτησης.
- MyDanceApp.movement\_search: Το module για τη σελίδα αναζήτησης βάση κίνησης.
- MyDanceApp.classes: Το module για τη σελίδα που απεικονίζει το ιεραρχικό δέντρο του λεξιλογίου επισημείωσης.
- Templates-app: Το module που περιέχει όλα τα γραφικά πρότυπα που απαιτούνται για τα modules των σελίδων μας.

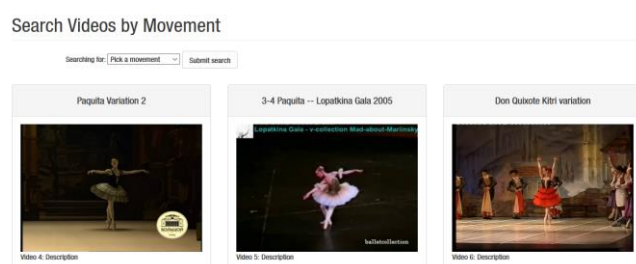


## 7. Η ΤΕΛΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Εφόσον έχουμε δει όλες τις τεχνικές πτυχές της εφαρμογής και τον τρόπο με τον οποίο εξελίχθηκε και τέθηκε σε εφαρμογή, παρακάτω θα περιγράψουμε τα βασικά μέρη της τελικής της πραγμάτωσης.



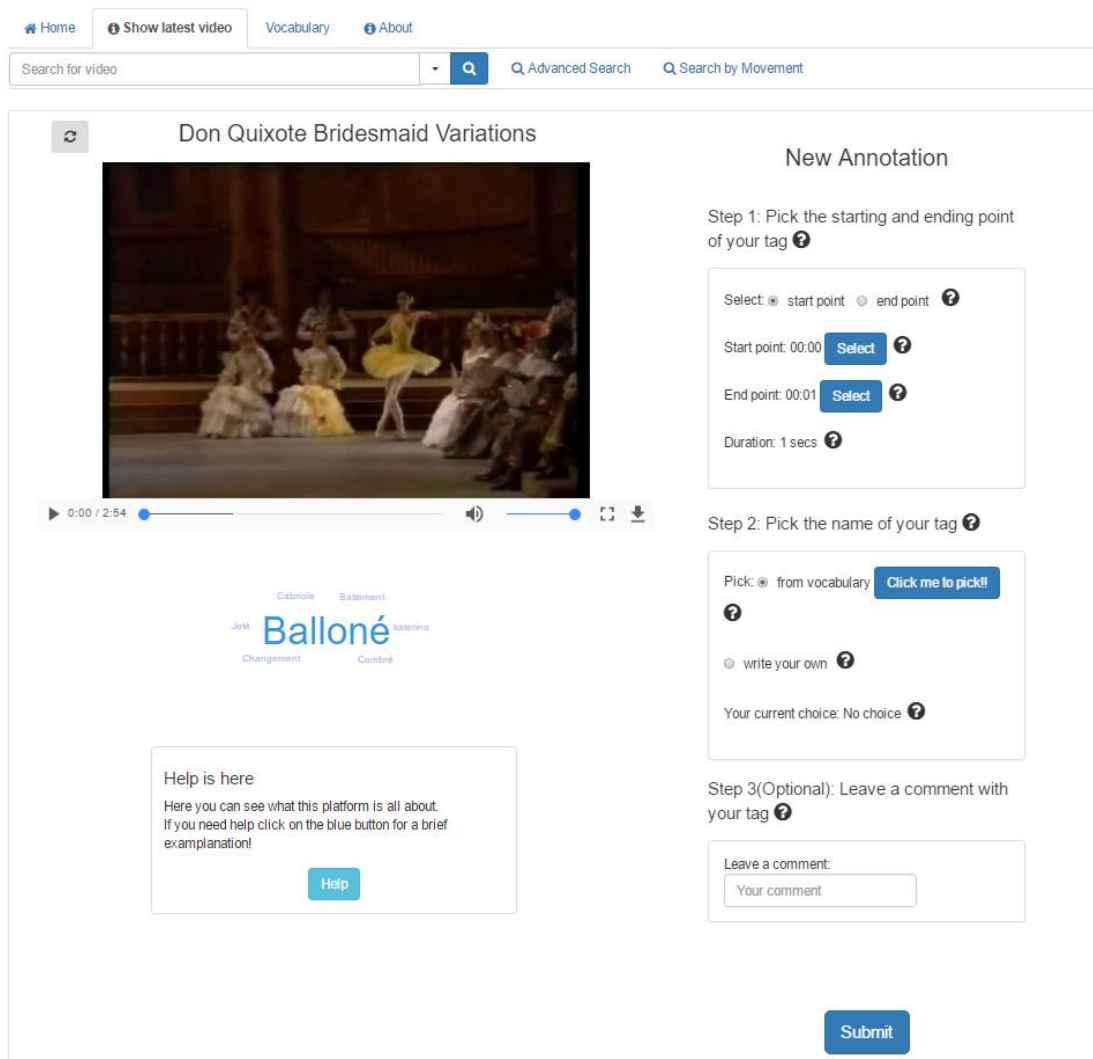
Εικόνα 9: Αρχική σελίδα



Εικόνα 10: Απεικόνιση της σελίδας Search by Movement

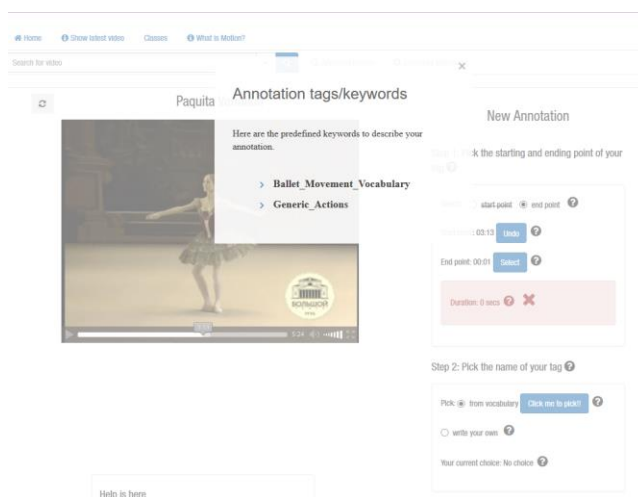
Όπως προαναφέρθηκε (κεφ. 2.3.2), τίθενται πολλά ερωτήματα σχετικά με την διεπαφή και τη χρηστικότητα της.

- Πρώτον, όσον αφορά τη χρήση μπάρας για την επισημείωση των βίντεο. Η τελική απόφαση ήταν να χρησιμοποιηθεί η ενσωματωμένη μπάρα που παρέχει το ίδιο το βίντεο player για την ένδειξη της διάρκειας μιας επισημείωσης (Εικόνα 11).



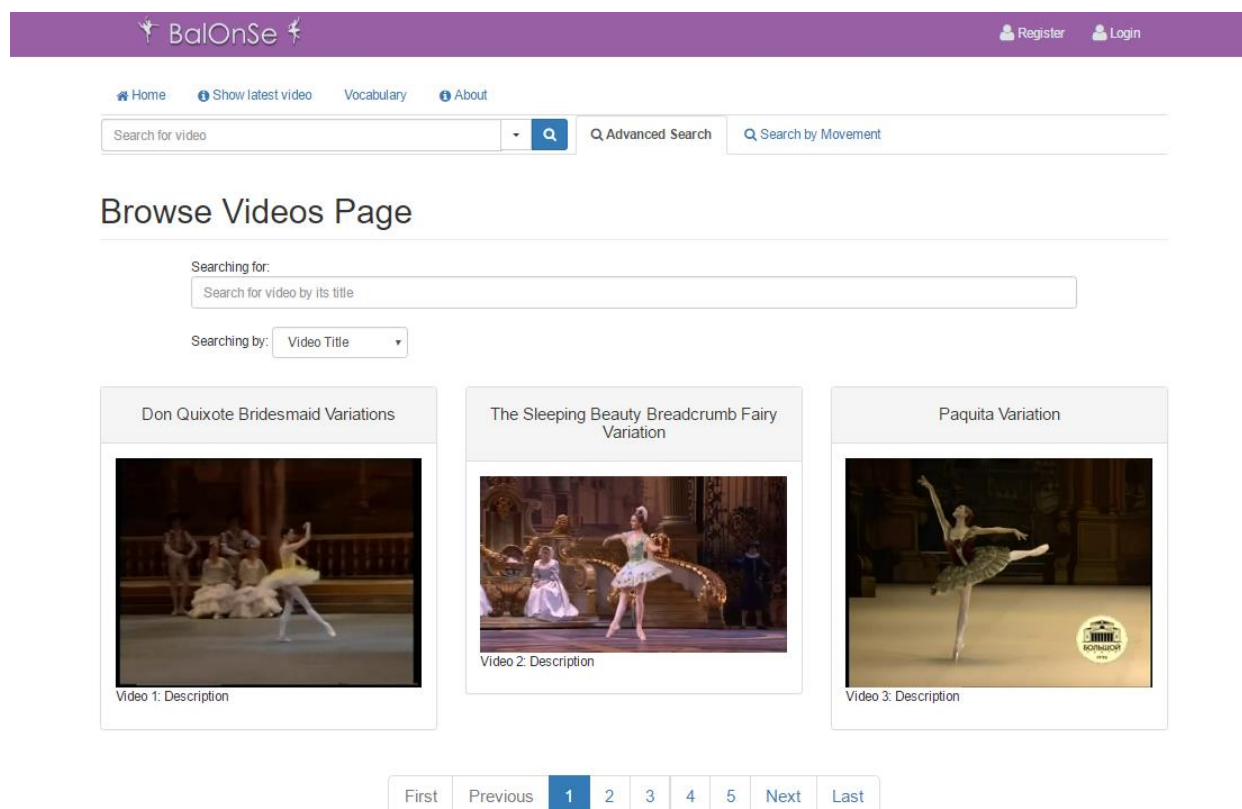
Εικόνα 11: Σελίδα βίντεο

- Έπειτα, σχετικά με την εμφάνιση της προϋπάρχουσας πληροφορίας, δηλαδή των προηγούμενων επισημειώσεων, αποφασίσαμε ότι ένα tag cloud θα ήταν κατάλληλο για τις ανάγκες της εφαρμογής, όπου κάθε λέξη-κλειδί είναι μεγαλύτερη όσο περισσότερες φορές συναντάται στο συγκεκριμένο βίντεο (Εικόνα 11).
- Όσον αφορά την εμφάνιση του λεξιλογίου, εισήγαμε μια ξεχωριστή σελίδα όπου ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στις κλάσεις και τις υποκλάσεις τους σε μια δένδροειδή απεικόνιση. Μπορεί επίσης να μάθει περισσότερα για τον κάθε όρο κάνοντας κλικ σε αυτόν. Τέλος, όταν ο χρήστης επιλέγει έναν όρο για μια νέα επισημείωση, ένα παρόμοιο γράφημα παρουσιάζεται σε αναδυόμενο παράθυρο (Εικόνα 12, Εικόνα 15).



Εικόνα 12: Απεικόνιση της λειτουργίας προσθήκης νέων επισημειώσεων

- Τέλος, εισήγαμε τη φόρμα νέου σχολιασμού στο δεξί μέρος της σελίδας. Η δημιουργία νέας επισημείωσης γίνεται με απλή συμπλήρωση της ώρας έναρξης και λήξης, επιλέγοντας είτε έναν όρο από το λεξιλογικό δέντρο είτε εισάγοντας μια προσαρμοσμένη ετικέτα και προσθέτοντας προαιρετικά ένα σχόλιο σε αυτήν (Εικόνα 14).

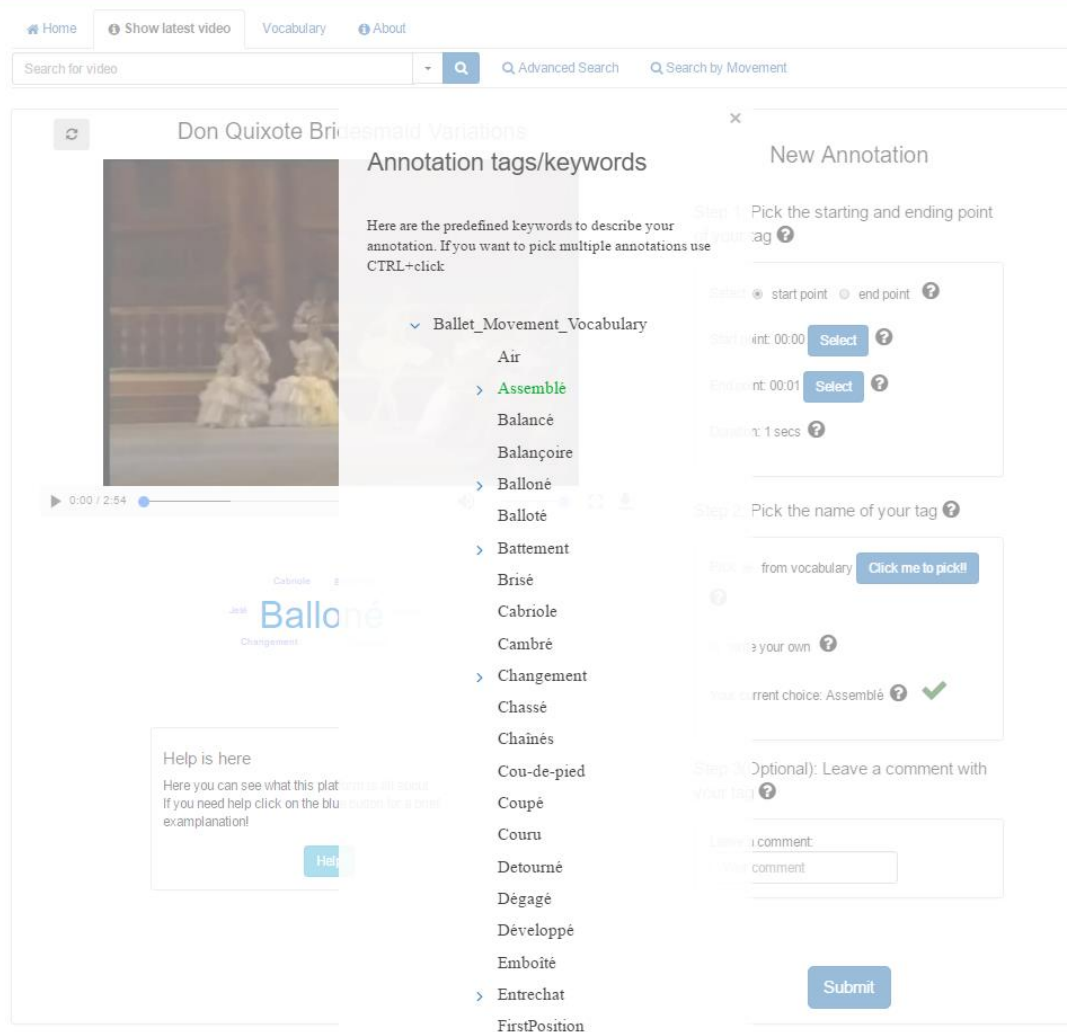


Εικόνα 13: Σελίδα σύνθετης αναζήτησης

Σε αυτό το σημείο θα παρουσιάσουμε εν συντομία τη διεπαφή μέσα από ένα σενάριο χρήσης.

Κοιτώντας την εφαρμογή για πρώτη φορά, το πρώτο πράγμα που ο χρήστης θα παρατηρήσει είναι η γραμμή πλοήγησης. Η γραμμή πλοήγησης απαρτίζεται από πέντε επιλογές: Home, Show latest video, Vocabulary, Advanced Search, Search by Movement:

- Home page (Κεντρική σελίδα) ονομάζεται η πρώτη σελίδα που βλέπει ο χρήστης. Στόχος της είναι να του δώσει μια γενική αίσθηση της εφαρμογής και να του δείξει τα παρεχόμενα βίντεο (Εικόνα 9).
- Η σελίδα που ονομάζεται Show latest video είναι ένας γρήγορος τρόπος για τον χρήστη να ανακατευθυνθεί στο πιο πρόσφατο βίντεο που έχει προστεθεί στην εφαρμογή. Αυτή η επιλογή οδηγεί στην κύρια σελίδα σχολιασμού των βίντεο (Εικόνα 11). Σε αυτή την σελίδα το λεξιλόγιο χρησιμοποιείται ως μενού, γι' αυτό στο σχεδιασμό προσπαθήσαμε να επιτύχουμε μια καλή ισορροπία μεταξύ της πλούσιας σημασιολογικής ιεραρχίας των κινήσεων και του τι είναι εύχρηστο. Προτιμήσαμε δηλαδή να εισάγουμε πολλές επιλογές σε ένα επίπεδο έναντι λιγότερων επιλογών σε βαθύτερα επίπεδα.



Εικόνα 14: Σελίδα βίντεο, επιλέγοντας έναν όρο για εισαγωγή νέας επισημείωσης

- Η σελίδα Vocabulary (Λεξιλόγιο) εμφανίζει το δέντρο κλάσεων της Οντολογίας. Κάνοντας κλικ στους κόμβους των δέντρων μετά το πρώτο «βάθος», θα εμφανιστούν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την επιλεγμένη κατηγορία. Σε αυτήν την οθόνη ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί στις διάφορες κατηγορίες και να δει ορισμούς και σχόλια για κάθε έναν από τους όρους.
- Η σελίδα Advanced search (Προηγμένη Αναζήτηση), περιέχει όλους τους τρόπους με τους οποίους ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει βίντεο, χρησιμοποιώντας πληροφορίες σχετικά με τα μεταδεδομένα του, όπως τίτλο, χορευτή που εμφανίζεται, κλπ. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι ιδιότητες που μπορεί να περιέχει ένα βίντεο, προαναφέρονται στο κεφάλαιο 5.1.2.
- Τέλος η σελίδα Search by movement στην οποία ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει βίντεο βάση των επισημειώσεων τους.

The screenshot shows the BalOnSe website interface. At the top, there is a purple header with the BalOnSe logo and 'Register' and 'Login' links. Below the header, there is a navigation bar with 'Home', 'Show latest video', 'Vocabulary', and 'About' links. A search bar is present with a dropdown menu and a search button. The main content area is titled 'Class tree' and contains a list of classes. The classes are: Ballet\_Movement\_Vocabulary, Generic\_Actions, ArmGesture, Balance, Bend, Extend, Fall, Jump, LegGesture, Position, Run, Stillness, Turn, and Walk. Each class name is preceded by a right-pointing chevron (>).

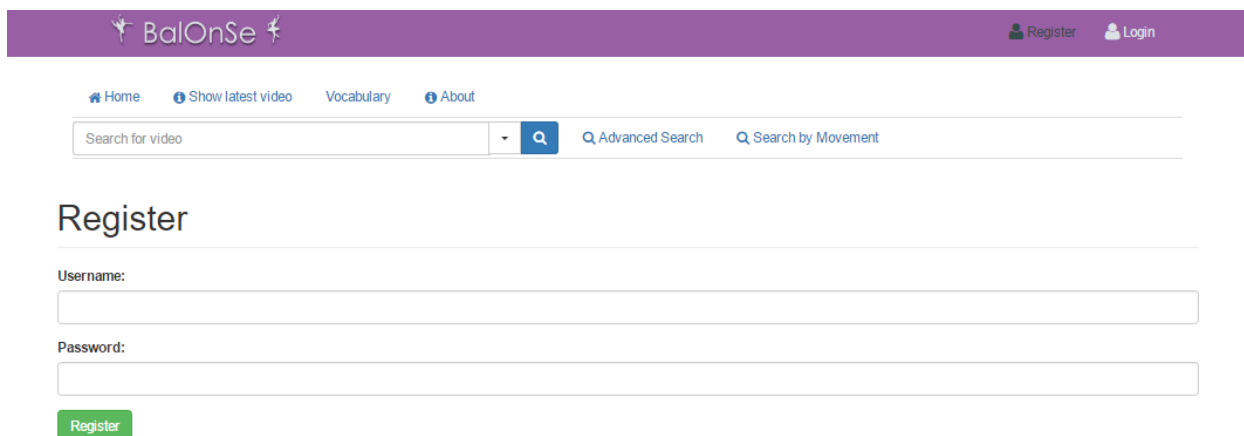
**Εικόνα 15: Σελίδα απεικόνισης του Ιεραρχικού δέντρου λεξιλογίου**

The screenshot shows the BalOnSe website interface for searching videos by movement. The header and navigation bar are identical to the previous screenshot. The main content area is titled 'Search Videos by Movement'. Below the title, there is a search bar with a dropdown menu set to 'Balloné' and a 'Submit search' button. Below the search bar, there is a video player showing a ballerina performing a variation of Don Quixote. The video player has a title 'Don Quixote Bridesmaid Variations' and a description 'Video 1: Description'. Below the video player, there is a pagination bar with buttons for 'First', 'Previous', '1', '2', '3', '4', '5', '6', 'Next', and 'Last'. The '1' button is highlighted, indicating the current page.

**Εικόνα 16: Αναζήτηση μέσω κίνησης**

Όπως προαναφέρθηκε, με τη χρήση συλλογιστικής στο λεξιλόγιό μας μπορούμε να συγκεντρώσουμε περισσότερα μεταδεδομένα και να δημιουργήσουμε πιο πολύπλοκους και έξυπνους τρόπους αναζήτησης στην εφαρμογή μας. Ένα τέτοιο χαρακτηριστικό είναι

το "search by movement", το οποίο επιτρέπει την αναζήτηση στα βίντεο που είναι διαθέσιμα στη βάση δεδομένων, βάση των κινήσεων που έχουν επισημειωθεί. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει βίντεο που περιλαμβάνουν άλματα (Jumps), χρησιμοποιώντας δηλαδή γενικούς όρους για την περιγραφή της κίνησης, ή "Grand Jetes", χρησιμοποιώντας ειδικευμένο λεξιλόγιο για την περιγραφή συγκεκριμένων κινήσεων. Το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται σε αυτήν την περίπτωση είναι ιεραρχικό, πράγμα που σημαίνει ότι εάν ο χρήστης αναζητήσει βίντεο που περιέχουν "Jumps", το αποτέλεσμα θα εμφανίσει κάθε βίντεο που περιέχει οποιαδήποτε υποκατηγορία του όρου αυτού.



BalOnSe

Register Login

Home Show latest video Vocabulary About

Search for video Advanced Search Search by Movement

## Register

Username:

Password:

Register

Εικόνα 17: Σελίδα εγγραφής χρήστη

## 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σε αυτή την εργασία παρουσιάσαμε μια διαδικτυακή εφαρμογή η οποία επιτρέπει στο χρήστη να επισημειώσει βίντεο χορού και παρέχει λειτουργίες αρχειοθέτησης βίντεο. Αυτή η επισημείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο χρησιμοποιώντας λεκτικές περιγραφές ελεύθερου κειμένου όσο και όρους από μια προκαθορισμένη οντολογία, στη συγκεκριμένη περίπτωση αυτήν της ορολογίας του μπαλέτου.

Η διεπαφή σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας τις πρόσφατες τάσεις και αρχές της χρηστικότητας (βοήθεια, πρόληψη σφαλμάτων, ανατροφοδότηση κλπ.) ενώ το γενικό λεξιλόγιο κίνησης βοηθάει και τους χρήστες που είναι λιγότερο εξοικειωμένοι με το εξειδικευμένο λεξιλόγιο ή απλώς επιθυμούν μια πιο αφηρημένη περιγραφή της κίνησης. Στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αναπτύξαμε επίσης ένα λεξιλόγιο συγκεκριμένου πεδίου γνώσης για την εκπροσώπηση ιεραρχιών ανάμεσα στις κινήσεις του μπαλέτου και παρουσιάσαμε μερικά παραδείγματα χρήσεων της εφαρμογής.

Η κύρια συμβολή μας είναι:

- 1) η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος χρήστη και μιας εφαρμογής που αφορούν στη δημιουργία ενός αρχείου για βίντεο χορού,
- 2) η εισαγωγή της λειτουργικότητας της αναζήτησης βίντεο με βάση τις διάφορες κινήσεις που εκτελούνται σε αυτό (search by movement) και οι οποίες επισημειώνονται από τους χρήστες,
- 3) η χρήση μιας οντολογίας με κινήσεις μπαλέτου, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες εφαρμογές, να επεκταθεί ή να ενσωματωθεί σε άλλες παρόμοιες οντολογίες. Η εφαρμογή μπορεί να λειτουργήσει με οντολογίες αντίστοιχης δόμησης και βίντεο διαφορετικού περιεχομένου, π.χ., άλλα είδη χορού.

Τέλος, πραγματοποιήσαμε έναν πρώτο γύρο εμπειρογνομικής αξιολόγησης του εργαλείου και τα αποτελέσματα λήφθηκαν υπόψη για την επόμενη έκδοση, η οποία θα είναι έτοιμη για αξιολόγηση από τους χρήστες.

Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε είναι η εκτεταμένη χρήση της ορολογίας μπαλέτου στο λεξιλόγιο και η δυσκολία που μπορεί να προκαλέσει σε χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτό. Από την άλλη πλευρά, είναι σημαντικό να προσδιορίσουμε τις κύριες ομάδες χρηστών για αυτό το εργαλείο, καθώς οι φίλοι του συγκεκριμένου είδους χορού, ακόμη και μη εξειδικευμένοι, είναι εξοικειωμένοι με την ορολογία του.

Ως μελλοντική δουλειά σκοπεύουμε να αξιολογήσουμε περαιτέρω την εφαρμογή μας ως προς την χρηστικότητα και την εμπειρία των χρηστών και να πραγματοποιήσουμε επιπρόσθετα πειράματα για να αντλήσουμε περισσότερα σχόλια από μια ποικιλία ομάδων χρηστών σχετικά με τον τρόπο χρήσης της οντολογίας και των όρων που τείνουν να χρησιμοποιούν στην πράξη. Υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις από την εσωτερική αξιολόγησή μας ότι το γεγονός πως η οντολογία περιλαμβάνει ένα μεγάλο ποσοστό της ορολογίας του μπαλέτου, μπορεί να προκαλέσει σύγχυση σε λιγότερο έμπειρους χρήστες σε σχέση με την ορολογία. Η εφαρμογή, καθώς και η οντολογία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα και σε ποικίλα πλαίσια, μεταξύ άλλων στην ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε ομάδες ερευνητών ή φοιτητών και επίσης ως ένας τρόπος να συγκεντρωθούν οι παρατηρήσεις χρηστών σχετικά με διάφορα βίντεο στο διαδίκτυο. Τέλος, παρόλο που η τρέχουσα έκδοση βασίζεται στις αρχές της πρόληψης λαθών, της βοήθειας και της ανάκτησης σφαλμάτων, από την άποψη των επισημειώσεων, δεν εφαρμόσαμε αλγορίθμους για την επικύρωση και τον έλεγχο της σημασιολογικής ορθότητας των επισημειώσεων.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

| Ξενόγλωσσος όρος                  | Ελληνικός Όρος                    |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Reliability                       | Αξιοπιστία                        |
| Editor                            | Επιμελητής                        |
| Recommendations                   | Υποδείξεις                        |
| Server                            | Διακομιστής                       |
| User Experience                   | Εμπειρία Χρήστη                   |
| User Interface                    | Διεπαφή Χρήστη                    |
| Creation-Tool                     | Εργαλείο-Δημιουργίας              |
| Reasoning Capabilities            | Δυνατότητες συλλογιστικής         |
| Wireframes                        | Πρότυπες οθόνες                   |
| Home Page                         | Αρχική σελίδα                     |
| Robustness                        | Ευρωστία                          |
| Elasticity                        | Ελαστικότητα                      |
| Expressiveness                    | Εκφραστικότητα                    |
| Tag                               | Ετικέτα                           |
| Inversion of control              | Αντιστροφή του ελέγχου            |
| Application programming Interface | Διεπαφή προγραμματισμού εφαρμογών |
| Semantic Web                      | Σημασιολογικός ιστός              |
| Linked Data                       | Συνδεδεμένα δεδομένα              |
| Reasoner                          | Συλλογιστής                       |
| Framework                         | Περιβάλλον                        |
| Vocabulary                        | Λεξιλόγιο                         |
|                                   |                                   |

## ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ - ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

|         |  |
|---------|--|
| MADGIK  | Management of Data, Information and Knowledge              |
| ALISE   | Association For Library Collections and Technical Services |
| TCP/IP  | Transmission Control Protocol/ Internet Protocol           |
| TEI     | Text Encoding Initiative                                   |
| UNISIST | Universal System for information in Science and technology |
| W3C     | World Wide Web Consortium                                  |
| EEXI    | Ένωση Ελλήνων Χρηστών Internet                             |
| ΕΚΠΑ    | Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών               |
| OWL     | Web Ontology Language                                      |
| UI      | Διεπαφή χρήστη   |
| DL      | Description Logic  |
| SPA     | Single-Page Application                                    |
| REST    | Representational state transfer                            |
| API     | Application programming interface                          |
| MVC     | Model View Controller                                      |
| SPARQL  | Protocol and RDF Query Language                            |
| HTTP    | Hypertext Transfer Protocol                                |

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Bertini, Marco, Alberto Del Bimbo, and Carlo Torniai. "Enhanced ontologies for video annotation and retrieval." Proceedings of the 7th ACM SIGMM international workshop on Multimedia information retrieval. ACM, 2005.
- [2] Cabral, Diogo, et al. "Evaluation of a multimodal video annotator for contemporary dance." Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces. ACM, 2012.
- [3] Chandrasekaran, Balakrishnan, John R. Josephson, and V. Richard Benjamins. "What are ontologies, and why do we need them?" *IEEE Intelligent systems* 1 (1999): 20-26.
- [4] elibrary for performing arts-<http://www.eclap.eu>
- [5] El Raheb, Katerina, and Yannis Ioannidis. "A labanotation based ontology for representing dance movement." *Gesture and Sign Language in Human-Computer Interaction and Embodied Communication*. Springer Berlin Heidelberg, 2011. 106-117.
- [6] El Raheb, Katerina, and Yannis Ioannidis. "From Dance Notation to Conceptual Models: A Multilayer Approach." Proceedings of the 2014 International Workshop on Movement and Computing. ACM, 2014.
- [7] El Raheb, Katerina, Nicolas Papapetrou, Vivi Katifori, and Yannis Ioannidis. "BalOnSe: Ballet Ontology for Annotating and Searching Video performances." In Proceedings of the 3rd International Symposium on Movement and Computing, p. 5. ACM, 2016.
- [8] Guest, Ann Hutchinson. *Labanotation: the system of analyzing and recording movement*. Routledge, 2014.
- [9] Guest, Ann Hutchinson. "Seven Basic Movements in Dancing." *Dance Research: The Journal of the Society for Dance Research* 13.1 (1995): 7-20.
- [10] Kipp, Michael, Michael Neff, and Irene Albrecht. "An annotation scheme for conversational gestures: how to economically capture timing and form." *Language Resources and Evaluation* 41.3-4 (2007): 325-339.
- [11] Language of Dance Center -<http://www.lodc.org>
- [12] Ramadoss, Balakrishnan, and Kannan Rajkumar. "Semantic Modeling and Retrieval of Dance Video Annotations." *INFOCOMP Journal of Computer Science* 6.1 (2007): 9-17.
- [13] Ramadoss, Balakrishnan, and Kannan Rajkumar. "Semi-automated annotation and retrieval of dance media objects." *Cybernetics and Systems: An International Journal* 38.4 (2007): 349-379.
- [14] Saad, Shatina, et al. "An ontology for video human movement representation based on benesh notation." *Multimedia Computing and Systems (ICMCS), 2012 International Conference on*. IEEE, 2012.
- [15] Singh, Vikash, et al. "The choreographer's notebook: a video annotation system for dancers and choreographers." Proceedings of the 8th ACM conference on Creativity and cognition. ACM, 2011.
- [16] Brown, Dan M. (2011). *Communicating Design: Developing Web Site Documentation for Design and Planning* (2nd ed.). New Riders Press. ISBN 978-0321712462.
- [17] Garrett, Jesse James (2010). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. New Riders Press. ISBN 978-0321683687.
- [18] Wodtke, Christina; Govella, Austin (2009). *Information Architecture: Blueprints for the Web* (2nd ed.). New Riders Press. ISBN 978-0321600806.
- [19] Angeles, Michael (September 25, 2014). "Wireframes". Konigi Wiki. Retrieved March 25, 2011.
- [20] Vieru, Tudor (30 January 2009). "KSC Gets Orion Mock-Up for Testing". [News.softpedia.com](http://News.softpedia.com).
- [21] "Mock-ups". [Interaction-design.org](http://Interaction-design.org). 16 February 2010.
- [22] Todd Grimm: *The Human Condition: A Justification for Rapid Prototyping*. Time Compression Technologies, vol. 3 no. 3. Accelerated Technologies, Inc. Μάιος 1998. Σελίδα 1
- [23] Blackwell, A. H.; Manar, E., eds. (2015). "Prototype". *UXL Encyclopedia of Science* (3rd ed.). Ανακτήθηκε στις 13 Ιουλίου 2015.
- [24] "Prototyping Definition". *PC Magazine*. Ανακτήθηκε 2012-05-03.
- [25] Marcelo M. Soares; Francesco Rebelo (15 August 2012). *Advances in Usability Evaluation*. CRC Press. p. 482. ISBN 978-1-4398-7025-9.

- [26] Marcelo M. Soares; Francesco Rebelo (15 August 2012). *Advances in Usability Evaluation*. CRC Press. p. 482. ISBN 978-1-4398-7025-9.
- [27] Ralph E. Johnson & Brian Foote (Ιούνιος-Ιούλιος 1988). "Designing Reusable Classes". *Journal of Object-Oriented Programming*, Volume 1, Number 2. Department of Computer Science University of Illinois at Urbana-Champaign. pp. 22–35. Ανακτήθηκε στις 29 Απριλίου 2014.
- [28] Lenat, Douglas. "Hal's Legacy: 2001's Computer as Dream and Reality. From 2001 to 2001: Common Sense and the Mind of HAL". Cyscorp, Inc. Αρχειοθετήθηκε από το πρωτότυπο στις 2006-10-06. Ανακτήθηκε 2006-09-26.