



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Τομέας Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών

**Δημιουργία Αλληλεπιδραστικού Γραφικού Περιβάλλοντος για  
την οπτική αναπαράσταση των συσχετίσεων μεταξύ  
οντολογιών**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

του

Αθανάσιου Χ. Αποστόλου

**Επιβλέπων:** Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβρης 2020





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών

Τομέας Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών

**Δημιουργία Αλληλεπιδραστικού Γραφικού Περιβάλλοντος για  
την οπτική αναπαράσταση των συσχετίσεων μεταξύ  
οντολογιών**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

του

Αθανάσιου Χ. Αποστόλου

**Επιβλέπων:** Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 17η Αυγούστου 2020.

.....  
Θεοδώρα Βαρβαρίγου  
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....  
Εμμανουήλ Βαρβαρίγος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Συμεών Παπαβασιλείου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβρης 2020

.....

Αθανάσιος Χ. Αποστόλου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Αθανάσιος Χ. Αποστόλου

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περίληψη

δφασδ

 $\gamma\varphi\delta\varsigma$ [illegible]

## Λέξεις Κλειδιά



# Abstract

δφσαδφ

φσδαφ





## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε από τον Μάρτιο έως τον Οκτώβρη του 2020 για την ολοκλήρωση των σπουδών μου στην Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Ο υπεύθυνος τομέας είναι ο Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας Θεοδώρας Βρβαρίγου.

Εξαιρετική βοήθεια προήλθε από τον Ευθύμιο Χονδρογιάννη, ο οποίος μου είχε αναθέσει το θέμα της πτυχιακής και ήταν πάντα κατατοπιστικός σε οποιαδήποτε σύνθετα ζητήματα συνάντησα καθ' όλη την διάρκεια και τον ευχαριστώ θερμά.

Κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εντρύφησα στις τεχνολογίες του Σημασιολογικού Ιστού και κατανόησα σε βάθος την έννοια της Οντολογίας. Απέκτησα διάφορες γνώσεις για επιστημονικά θέματα που αφορούν την επεξεργασία φαρμακευτικών και κλινικών δεδομένων. Δούλεψα πάνω σε πραγματικά δεδομένα έχοντας την ευκαιρία να συναντήσω ρεαλιστικά προβλήματα και να καταφέρω να τα επιλύσω. Επιπροσθέτως βελτίωσα και εξειδίκευσα τις γνώσεις μου που αφορούν την δημιουργία πραγματικών εφαρμογών τόσο για frontend γραφικών διεπαφών χρηστών, όσο και για backend/servers. Οι γνώσεις αυτές θα συνεισφέρουν θετικά στην αργότερα επαγγελματική μου πορεία.



## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract.....	7
Ευχαριστίες.....	9
1. Εισαγωγή.....	14
2. State of the Art.....	16
2.1. Διαδικτυακές Εφαρμογές.....	16
2.1.1 Τεχνολογίες Ιστού και Javascript.....	16
2.1.2 Vuejs Framework.....	20
2.1.3 Http requests, Ajax και βιβλιοθήκη axios.....	20
2.2. Σημασιολογικός Ιστός και Οντολογίες.....	20
2.3. Καθορισμός Συσχετίσεων μεταξύ Οντολογιών.....	20
3. Περιγραφή Συστήματος.....	21
4. Υλοποίηση Συστήματος και Παραδείγματα.....	22
5. Συμπεράσματα και μελλοντική εξέλιξη.....	23
6. Σύνοψη.....	24
7. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	25

## Ευρετήριο Σχημάτων

Figure 1: δενδρική δομή HTML DOM [3].....	17
Figure 2: Event loop of firefox browser [5].....	18
Figure 3: nodejs event loop [6].....	19
Figure 4: Promise states [7].....	20

## Ευρετήριο Πινάκων

## 1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας η αποθήκευση και η επεξεργασία της κλινικής και φαρμακευτικής γνώσης αποτελεί ζήτημα με μεγάλο ενδιαφέρον. Η γνώση αυτή αποκτάται από διαφορετικούς οργανισμούς (κλινικές, νοσοκομεία, φαρμακεία, κτλ) και αποθηκεύεται σε διαφορετικά σχήματα και δομές όπως απλά αρχεία ή διάφορες βάσεις δεδομένων. Ωστόσο πέρα από την αποθηκευμένη πληροφορία αυτή καθ' αυτή, μεγάλη σημασία έχει να καθορίσουμε τους όρους που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν αυτή την πληροφορία. Για αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούμε Οντολογίες οι οποίες θα εξηγηθούν αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια.

Στην περίπτωση της διπλωματικής μας μελετάμε τέτοια δεδομένα που αφορούν φάρμακα και ασθένειες σε μορφή Οντολογιών που είναι αποθηκευμένα σε αρχεία γλώσσας OWL (Web Ontology Language). Αυτά τα αρχεία περιέχουν πολλές ίδιες έννοιες (π.χ. κάποιο συγκεκριμένο φάρμακο) οι οποίες όμως απεικονίζονται με διαφορετικά μοντέλα σε κάθε περίπτωση. Ο καθορισμός των συσχετίσεων μεταξύ τέτοιων διαφορετικών μοντέλων έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς μπορεί να μας οδηγήσει στην λύση διάφορων προβλημάτων. Τέτοια προβλήματα είναι η ενοποίηση δεδομένων και η απάντηση ερωτημάτων παρά την όποια διαφορετική φύση των μοντέλων μας.

Για τον καθορισμό των συσχετίσεων μεταξύ των οντολογιών υπάρχει αρκετή δουλειά στην βιβλιογραφία όσον αφορά τον εντοπισμό των συσχετίσεων μεταξύ των όρων των οντολογιών αλλά και την έκφραση των κανόνων σε μια μορφή που είναι κατανοητή από τον υπολογιστή. Στην παρούσα διπλωματική εργασία βασιζόμαστε στο εργαλείο *Ontology Alignment Tool* [1] το οποίο πραγματοποιεί αυτοματοποιημένη παραγωγή κανόνων συσχετισμών μεταξύ οντολογιών. Το εργαλείο αυτό θα αναλυθεί στα επόμενα κεφάλαια και θα εξηγηθεί ο τρόπος που προκύπτουν οι κανόνες καθώς και η μορφή τους.

Σκοπός της εργασίας μας είναι η οπτική αναπαράσταση αυτών των κανόνων καθώς και η αναπαράσταση των βασικών όρων των Οντολογιών με τρόπο κατανοητό. Για αυτόν τον σκοπό θα δημιουργήσουμε μια διαδικτυακή εφαρμογή η οποία θα επεξεργάζεται δύο

Οντολογίες *owl* καθώς και τους κανόνες συσχέτισης τους οι οποίοι έχουν παραχθεί με το παραπάνω εργαλείο. Το αποτέλεσμα θα είναι σχηματικές αναπαραστάσεις των παραπάνω με δυνατότητα αλληλεπίδρασης του χρήστη για την πλήρη και εύκολη κατανόηση αυτών των συσχετίσεων. Αυτό θα μπορεί να οδηγήσει στην εύρεση λαθών του εργαλείου όπως για παράδειγμα η απουσία κανόνων που θα έπρεπε να υπάρχουν.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύουμε τις βασικές θεωρητικές έννοιες που χρειάζονται για την κατανόηση της εργασίας μας καθώς και τις βασικές τεχνολογίες στις οποίες θα βασιστεί η εφαρμογή μας.

## 2. State of the Art

Εδώ θα αναλύσουμε τις βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται στην μελέτη μας καθώς και τις κύριες τεχνολογίες στις οποίες θα βασιστεί η εφαρμογή μας.

### 2.1. Διαδικτυακές Εφαρμογές

Θα εξηγήσουμε τις βασικές αρχές στις οποίες κατασκευάζονται οι διαδικτυακές εφαρμογές και θα αναλύσουμε σε λειτουργικό βαθμό τις τεχνολογίες που θα χρησιμοποιήσουμε.

#### 2.1.1 Τεχνολογίες Ιστού και Javascript

Μια ιστοσελίδα διαδικτύου (*web page*) αποτελείται από αρχεία τα οποία έχουν μια συγκεκριμένη δομή ώστε να μπορούν οι περιηγητές ιστού (*web browsers*) να τα διαβάζουν για να τα αναπαραστήσουν στην οθόνη. Η λειτουργία αυτών των αρχείων περιγράφεται από την προδιαγραφή *html* (*html specification*) [2] . Αυτή η προδιαγραφή ορίζει μια γενικευμένη γλώσσα για την περιγραφή των εγγράφων και των εφαρμογών, καθώς και κάποιες προγραμματιστικές διεπαφές (*api*) για την αλληλεπίδραση με την αναπαράσταση στην μνήμη των πόρων που χρησιμοποιεί αυτή η γλώσσα.

Γενικά ορίζονται δύο βασικές συντάξεις με τις οποίες μπορούν να γραφούν τέτοια αρχεία. Η πρώτη είναι η *HTML* (*HyperText Markup Language*) και η δεύτερη είναι η *XML* (*eXtensible Markup Language*). Δεν θα μπούμε σε λεπτομέρειες περιγραφής τους αλλά και οι 2 γλώσσες που χρησιμοποιούνται για την σύνταξη τέτοιων αρχείων μπορούν να διαβαστούν από όλους τους σύγχρονους περιηγητές.

Η αναπαράσταση στην μνήμη των αντικειμένων που χρησιμοποιούνται στην ιστοσελίδα ή εφαρμογή ιστού μαζί με την προγραμματιστική διεπαφή που ορίζεται για να ελέγχουμε την κατάσταση αυτών των αντικειμένων είναι γνωστή ως *HTML DOM* (*Document Object Model*).

Καταλαβαίνουμε ότι το DOM είναι δύο έννοιες:



- Είναι αρχικά ένα μοντέλο αντικειμένων για ένα έγγραφο html. Για κάθε σελίδα που φορτώνει ο περιηγητής φτιάχνει ένα αντικείμενο DOM. Το αντικείμενο αυτό αποτελείται από όλα τα *html στοιχεία (html elements)* οργανωμένα σε δενδρική δομή. Για κάθε τέτοιο στοιχείο υπάρχει η πληροφορία για τις *ιδιότητες (properties)*, τις *μεθόδους (methods)* και τα *γεγονότα (events)* που σχετίζονται με αυτό το στοιχείο.
- Είναι επίσης μια προγραμματιστική διεπαφή μέσω της οποίας μπορούμε να επηρεάσουμε και να ελέγξουμε την κατάσταση αυτών των αντικειμένων. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται από όλους τους περιηγητές για αυτή την λειτουργία είναι η *Javascript*.

Εναποθέτουμε ένα παράδειγμα της δενδρικής δομής των στοιχείων ενός html αντικειμένου:

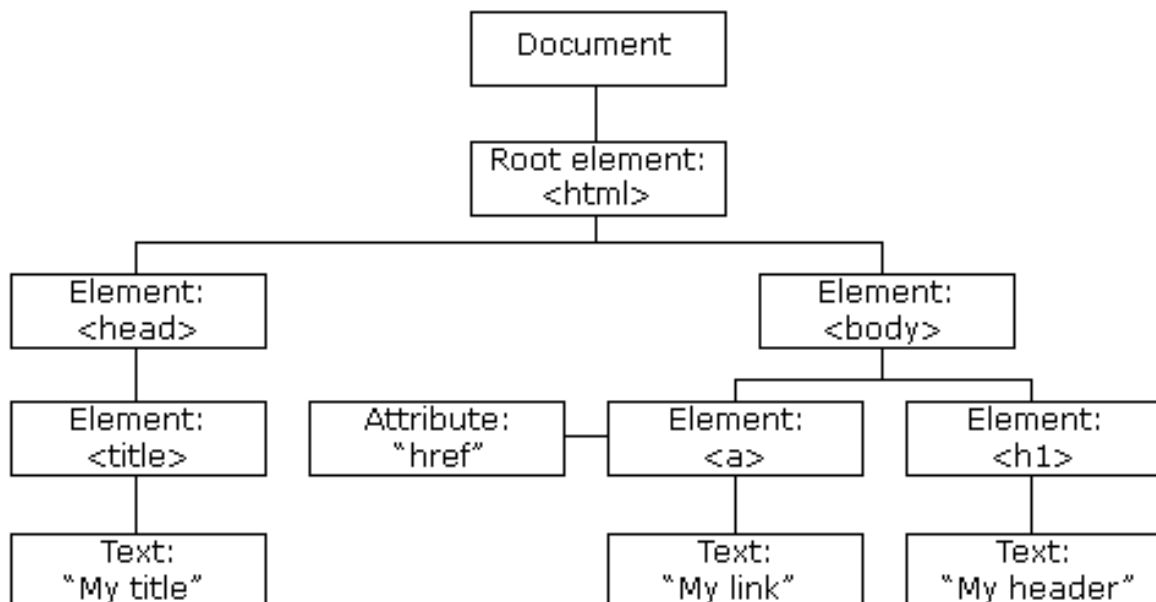


Figure 1: δενδρική δομή HTML DOM [3]

Αναφέραμε ότι η javascript είναι η κύρια γλώσσα επεξεργασίας του DOM. Ο κάθε περιηγητής έχει την δικιά του υλοποίηση javascript για να υποστηρίξει τις απαραίτητες λειτουργίες. Όλες οι υλοποιήσεις τηρούν τις προδιαγραφές για την γλώσσα όπως ορίζονται στο *ECMAScript specification*, τελευταία έκδοση του οποίου είναι αυτή του 2020 [4]. Ο

κώδικας javascript που συμπεριλαμβάνεται από κάποιο αρχείο html εκτελείται από τον περιηγητή κατά την φόρτωση της ιστοσελίδας. Υπάρχουν αρκετές διαφορές από υλοποίηση σε υλοποίηση αλλά για την κατανόηση των επόμενων μας ενδιαφέρουν να εξηγήσουμε κάποιες συμπεριφορές που ορίζονται στο πρότυπο και είναι ίδιες σε κάθε υλοποίηση.

Για διάφορους λόγους η javascript εκτελείται σε μόνο έναν νήμα επεξεργασίας. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών νημάτων από τον επεξεργαστή ώστε να μπορούν να εκτελεστούν πολλές λειτουργίες ταυτόχρονα. Για αυτό τον λόγο η javascript λειτουργεί με ένα μοντέλο ταυτοχρονισμού γνωστό ως *βρόγχος γεγονότων (event loop)*. Οι λεπτομέρειες διαφέρουν ανάλογα με την *μηχανή javascript (javascript engine)* του κάθε περιηγητή, αλλά η λογική είναι ότι υπάρχει μια ουρά μηνυμάτων ή γεγονότων καθένα με τα οποία συνδέονται με μια *συνάρτηση (function)*. Αυτά εκτελούνται κάθε φορά με την σειρά καθώς νέα γεγονότα προστίθενται στην ουρά.

Για καλύτερη κατανόηση δείχνουμε μια γενικευμένη εικόνα επεξήγησης του event loop από την javascript engine του περιηγητή mozilla firefox:

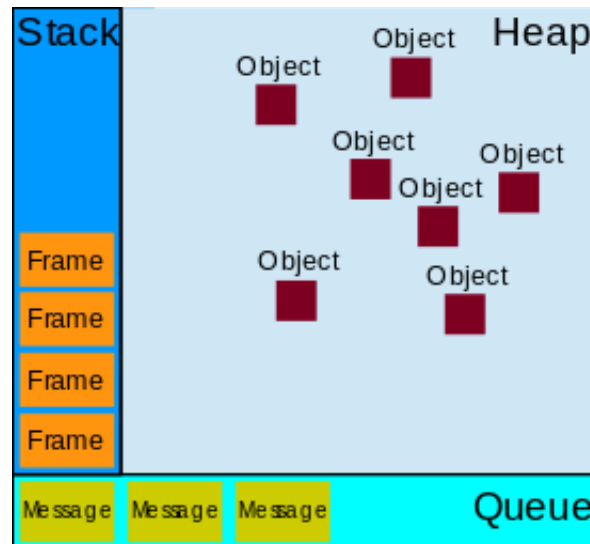


Figure 2: Event loop of firefox browser [5]

καθώς και μια εικόνα των φάσεων που περνάει το event loop του nodejs όπου είναι ένα περιβάλλον εκτέλεσης javascript (*javascript runtime*) βασισμένο στο javascript engine του περιηγητή chrome:



Figure 3: nodejs event loop [6]

Καταλαβαίνουμε ότι αν η συνάρτηση εκτέλεσης κάποιου γεγονότος είναι μεγάλης διάρκειας τότε όλη η ουρά μπλοκάρει και δεν εκτελείται κάποιο άλλο γεγονός μέχρι να τελειώσει το πρώτο. Για αυτό τον λόγο προσπαθούμε να φτιάχνουμε συναρτήσεις με τρόπο ασύγχρονο. Δηλαδή αρχικά τις καταμερίζουμε σε μικρότερα μέρη. Όταν καλούμε κάποια συνάρτηση, τότε αφού τελειώσει το μέρος της που εκτελούνταν, αυτή επιστρέφει τον έλεγχο ώστε να μπορέσει να εκτελεστεί κάποια άλλη συνάρτηση από την ουρά του event loop. Καταλαβαίνουμε ότι επειδή ο έλεγχος επιστρέφει μετά από την εκτέλεση ενός μικρού μέρους της αρχικής συνάρτησης που θέλαμε να υλοποιήσουμε και όχι αφού εκτελεστεί ολόκληρη, θέλουμε κάποιον τρόπο για να καταλαβαίνουμε πότε έχει ολοκληρωθεί όλη η εργασία που θέλαμε να κάνουμε. Στην σύγχρονη javascript η υλοποίηση των ασύγχρονων συναρτήσεων γίνονται μέσω του μηχανισμού των υποσχέσεων (*Promises*). Ένα promise χρησιμοποιείται για να περιμένουμε κάποια τιμή που ακόμα δεν είναι διαθέσιμη. Μπορεί να έχει 3 καταστάσεις:

- *εκκρεμής (pending)* όταν δεν έχει ολοκληρωθεί ακόμα
- *ολοκληρωμένη (fulfilled)* όταν η εκτέλεση ολοκληρώθηκε και η τιμή είναι διαθέσιμη

- απορριφθείσα (*rejected*) όταν η λειτουργία υπολογισμού της τιμής απέτυχε

Έτσι μπορούμε να προγραμματίσουμε τι θα γίνει σε κάθε περίπτωση και να εκτελούμε ταυτόχρονα υπολογισμούς χωρίς να μπλοκάρουμε το event loop. Παραθέτουμε ένα διάγραμμα των καταστάσεων ενός promise σε προγραμματιστικό επίπεδο:

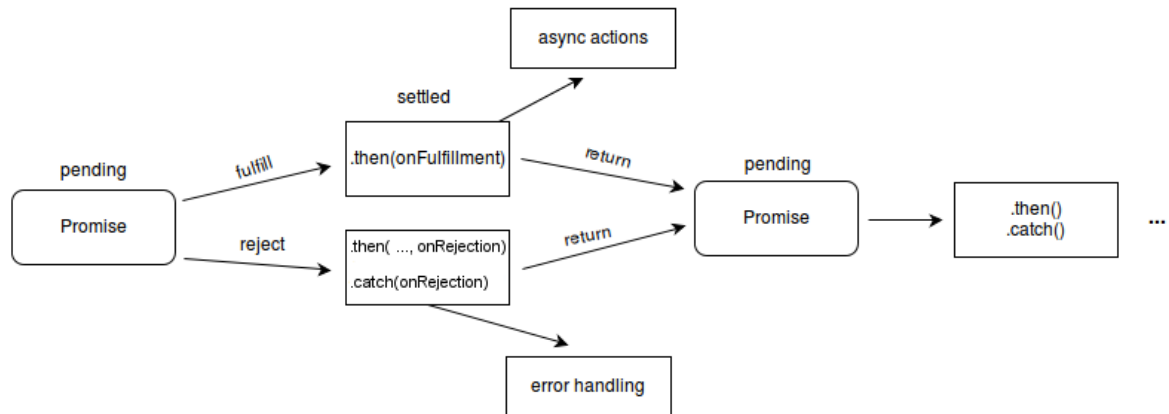


Figure 4: Promise states [7]

## 2.1.2 Vuejs Framework

### 2.1.3 Http requests, Ajax και βιβλιοθήκη axios

## 2.2. Σημασιολογικός Ιστός και Οντολογίες

## 2.3. Καθορισμός Συσχετίσεων μεταξύ Οντολογιών

Δφασδφ

ασδφ

### 3. Περιγραφή Συστήματος

Asdfa

asdf

## 4. Υλοποίηση Συστήματος και Παραδείγματα

Φσαδφα

ασδφ

## 5. Συμπεράσματα και μελλοντική εξέλιξη

Δφασδ

δασφς

## 6. Σύνοψη

Δφασδ



## 7. Βιβλιογραφικές Αναφορές

- [1]: Efthymios Chondrogiannis, Vassiliki Andronikou, Efstathios Karanastasis, Theodora Varvarigou, Ontology Alignment Tool, , <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.4075&rep=rep1&type=pdf>
- [2]: WHATWG, HTML Living Standard, 2020, <https://html.spec.whatwg.org/print.pdf>
- [3]: , The HTML DOM, , [https://www.w3schools.com/whatis/whatis\\_htmlDOM.asp](https://www.w3schools.com/whatis/whatis_htmlDOM.asp)
- [4]: , ECMAScript Specification, 2020, <https://www.ecma-international.org/ecma-262/>
- [5]: , Concurrency model and the event loop, , <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/EventLoop>
- [6]: , The Node.js Event Loop, , <https://nodejs.org/en/docs/guides/event-loop-timers-and-nexttick/>
- [7]: , Promise, , [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global\\_Objects/Promise](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Promise)