

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**CRYPTOARCHIVE: ΕΝΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ**

Παναγιώτα Μιλτιάδους

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2024

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**CRYPTOARCHIVE: Ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον διαχείρισης και ανάλυσης
δεδομένων κρυπτονομισμάτων**

Παναγιώτα Μιλτιάδους

Επιβλέπων Καθηγητής

Δημήτρης Ζεϊναλιπούρ

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του
Πανεπιστημίου Κύπρου

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπον καθηγητή της παρούσας διπλωματικής εργασίας, Δρ. Ζεϊναλιπούρ Δημήτρη, για την αμέριστη υποστήριξη, την ανεκτίμητη καθοδήγηση και τα διορατικά σχόλια καθ' όλη τη διάρκεια της ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας. Η τεχνογνωσία, η ενθάρρυνση και η αφοσίωση του ήταν καθοριστικές για τη διαμόρφωση αυτής της διπλωματικής.

Εκφράζω την εκτίμηση μου και στους γονείς μου, Άννα και Στέλιο, για την ατελείωτη αγάπη, την ενθάρρυνση και τις θυσίες τους που έκαναν δυνατή αυτή την ακαδημαϊκή επιδίωξη. Η ακλόνητη πίστη τους στις ικανότητες μου ήταν μια συνεχής πηγή κινήτρων. Αυτό το επίτευγμα αποτελεί απόδειξη της αδιάψευστης υποστήριξης και της πίστης τους σε μένα.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με το κρίσιμο ζήτημα της διατήρησης των δεδομένων κρυπτονομισμάτων με ασφάλεια στο κόσμο της ψηφιακής οικονομίας. Ο σημερινός τρόπος με τον οποίο τα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων (cryptocurrency exchanges) αποθηκεύουν τα δεδομένα, χρησιμοποιώντας μια κεντριοποιημένη βάση δεδομένων, έχει μειονεκτήματα. Για να αντιμετωπιστούν αυτά τα ζητήματα, η εργασία αυτή εξετάζει την τεχνολογία blockchain, ως έναν τρόπο για τη διόρθωση αυτών των προβλημάτων. Με τη χρήση των χαρακτηριστικών του Hyperledger Fabric, όπως οι μηχανισμοί συμφωνίας, δημιουργείται ένα πολλά υποσχόμενο σύστημα για την ανοικτή διαχείριση των δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Αυτό θα μειώσει τους κινδύνους που προκύπτουν από τις κεντρικές βάσεις δεδομένων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αφορά τη δημιουργία μιας νέας πλατφόρμας που ονομάζεται CryptoArchive. Αυτή η πλατφόρμα χρησιμοποιεί το Hyperledger Fabric, μια τεχνολογία blockchain, για τη διαχείριση δεδομένων που σχετίζονται με κρυπτονομίσματα. Το CryptoArchive εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά του blockchain, όπως η αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική και η ισχυρή ασφάλεια του, για να δημιουργήσει ένα αξιόπιστο σύστημα αποθήκευσης σημαντικών πληροφοριών κρυπτονομισμάτων, όπως τιμές. Επειδή στις συναλλαγές κρυπτονομισμάτων εμπλέκονται πολλά χρήματα, η ύπαρξη ακριβών και αξιόπιστων δεδομένων τιμών είναι εξαιρετικά σημαντική. Το CryptoArchive αποθηκεύει δεδομένα τιμών με ασφάλεια στην αλυσίδα μπλοκ, γεγονός που συμβάλλει στην προστασία της ακεραιότητας των οικονομικών συναλλαγών και της συνολικής δραστηριότητας της αγοράς. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τους επενδυτές και τους εμπόρους να αισθάνονται πιο σίγουροι για τις κινήσεις που θα κάνουν.

Η αξιολόγηση της πλατφόρμας CryptoArchive πραγματοποιείται μέσω ελεγχόμενων δοκιμών που μετρούν την αποτελεσματικότητα και τη χρησιμότητα της. Οι δοκιμές αυτές αποτιμούν την ταχύτητα της πλατφόρμας, το πόσο γρήγορα βρίσκει δεδομένα και το πόσο εύκολη είναι η χρήση της συνολικά. Η προσεκτική εξέταση των ευρημάτων των δοκιμών παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα δυνατά και αδύνατα σημεία

της πλατφόρμας. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν τη σημασία της βελτίωσης των βασικών χαρακτηριστικών και των λειτουργιών της πλατφόρμας, ώστε να αυξηθεί η ανταπόκριση του συστήματος. Επιπλέον, οι δοκιμές μας βοηθούν να κατανοήσουμε πώς οι μέθοδοι προσωρινής αποθήκευσης και οι διαδικασίες ανάκτησης δεδομένων επηρεάζουν την απόδοση της πλατφόρμας, παρέχοντας προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις.

Εν κατακλείδι, οι μελλοντικές βελτιώσεις του CryptoArchive μπορεί να επικεντρωθούν στη βελτιστοποίηση κρίσιμων λειτουργιών και στη βελτίωση της αρχιτεκτονικής της βάσης δεδομένων. Επιπλέον, οι μελέτες χρηστών με επενδυτές, εμπόρους και τεχνικούς αναλυτές θα μπορούσαν να παρέχουν ανεκτίμητη ανατροφοδότηση για την βελτίωση και αναβάθμιση λειτουργιών, ενισχύοντας τελικά τη χρηστικότητα και τη λειτουργικότητα του CryptoArchive.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	I
Περίληψη	II
Περιεχόμενα	IV
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Παρακίνηση.....	1
1.2 Πρόβλημα.....	2
1.3 Συνεισφορά	4
1.4 Περίγραμμα Εργασίας.....	6
Κεφάλαιο 2 Σχετική Δουλειά	8
2.1 Εξέλιξη των Cryptocurrency Exchanges	9
2.2 Παραδοσιακές Βάσεις Δεδομένων	10
2.3 Blockchain Technology	11
2.4 Crypto Archive	13
2.5 Ερευνητικά Άρθρα.....	15
2.5.1 Database Security Threats and Challenges	15
2.5.2 Vulnerabilities and Threat Management in Relational Database Management Systems.....	16
2.5.3 Blockchain for Big Data Security, Issues, Challenges and Future Directions	16
2.5.4 Blockchain Versus Database: A Critical Analysis	17
2.5.5 Network System Design using Hyperledger Fabric: Permissioned Blockchain Framework	18
2.5.6 A Hyperledger Fabric-based System Framework for Healthcare Data Management.....	18
2.5.7 Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains	19
Κεφάλαιο 3 Αρχιτεκτονική Συστήματος	20
3.1 Storage Layer	22
3.2 Data Layer / Analytics Layer	24
3.3 Visualization Layer / Forecasting Layer.....	26
Κεφάλαιο 4 Storage Layer	28
4.1 Blockchain Technology	28
4.2 Hyperledger Fabric	34
Κεφάλαιο 5 Data Layer	38

5.1	Data Collection Process	38
5.2	ER Diagram.....	44
Κεφάλαιο 6	Visualization Layer	48
6.1	Αρχιτεκτονική REST	48
6.2	General User Interface	49
6.2.1	Top Gainers.....	50
6.2.2	Crypto Events	51
6.2.3	Crypto Info.....	52
6.2.4	Dashboard	53
6.3	Candlestick Price Chart	55
6.4	RSI & Moving Averages	58
6.5	Coin Similarity.....	60
6.6	MACD	61
6.7	Bollinger Bands	63
6.8	Stochastic Oscillator	64
Κεφάλαιο 7	Πειραματική Αξιολόγηση.....	66
7.1	Πειραματική Διάταξη	66
7.2	Δεδομένα Αξιολόγησης	67
7.3	Διαδικασία Διεξαγωγής Πειραμάτων	70
7.4	Αποτίμηση Αποτελεσμάτων	71
Κεφάλαιο 8	Συμπεράσματα / Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	78
8.1	Συμπεράσματα	78
8.2	Μελλοντικές Επεκτάσεις	80

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Παρακίνηση	1
1.2 Πρόβλημα	2
1.3 Συνεισφορά	4
1.4 Περίγραμμα Εργασίας	6

1.1 Παρακίνηση

Στη σημερινή εποχή του γρήγορου ψηφιακού μετασχηματισμού, η αγορά κρυπτονομισμάτων αναπτύσσεται με γοργά βήματα. Μέσα σε αυτό το τοπίο, ο ρόλος των cryptocurrency exchanges στη διευκόλυνση των συναλλαγών και στη διασφάλιση της ακεραιότητας της αγοράς δεν μπορεί να υποτιμηθεί. Αυτές οι πλατφόρμες λειτουργούν ως ο πυρήνας του οικοσυστήματος των ψηφιακών νομισμάτων, παρέχοντας την υποδομή στους ενδιαφερόμενους για να συμμετέχουν στη αγορά, τη πώληση αλλά και τη παρακολούθηση των κρυπτονομισμάτων με σχετική ευκολία.

Όμως, εν μέσω της αυξανόμενης χρήσης των exchanges, η διασφάλιση της ακεραιότητας και ανοικτότητας των δεδομένων κρυπτονομισμάτων αναδεικνύεται ως πρωταρχικό μέλημα. Οποιοσδήποτε συμβιβασμός ή χειραγώγηση αυτών των δεδομένων θα μπορούσε να έχει σημαντικές επιπτώσεις, που δυνητικά θα οδηγήσει σε χειραγώγηση της αγοράς και στη διάβρωση της εμπιστοσύνης των επενδυτών, θέτοντας σε κίνδυνο τη σταθερότητα και τη νομιμότητα ολόκληρου του οικοσυστήματος.

Έχοντας υπόψιν την αδιαμφισβήτητη σημασία των αξιόπιστων δεδομένων στον τομέα των κρυπτονομισμάτων, αυτή η διπλωματική εργασία αναλαμβάνει να μελετήσει τις

δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain για την αντιμετώπιση αυτής της πρόκλησης. Αυτή η τεχνολογία, με την αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική και το αμετάβλητο καθολικό της, προσφέρει μια ελπιδοφόρα λύση για την αντιμετώπιση της κρίσιμης πρόκλησης διασφάλισης της ακεραιότητας των δεδομένων τιμών στα κρυπτονομίσματα. Εκμεταλλευόμενη τις δυνατότητες των κρυπτογραφικών αρχών και των μηχανισμών συναίνεσης, το blockchain δημιουργεί ένα διαφανές, ανθεκτικό σε παραβιάσεις και ελεγχόμενο πλαίσιο για την αποθήκευση και τη διαχείριση αυτών των κρίσιμων δεδομένων.

Ο λόγος που αυτή η διπλωματική εργασία εστιάζει στη τεχνολογία blockchain πηγάζει από τα έμφυτα πλεονεκτήματα της στην ελάττωση των μειονεκτημάτων των παραδοσιακών συστημάτων αποθήκευσης δεδομένων. Σε αντίθεση με τις κεντρικές βάσεις δεδομένων που είναι επιρρεπείς σε χειραγώγηση και είναι ευάλωτες σε μεμονωμένα σημεία αστοχίας, τα δίκτυα blockchain αξιοποιούν μια αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική. Παράλληλα, το αμετάβλητο (immutability) των συναλλαγών blockchain εγγυάται την ακεραιότητα των δεδομένων τιμών, παρέχοντας στους επενδυτές επαληθεύσιμα δεδομένα σχετικά με την αυθεντικότητα τους. Συγκεκριμένα, η τεχνολογία blockchain χρησιμοποιείται ήδη στο οικοσύστημα των κρυπτονομισμάτων και χρησιμοποιείται ως η βάση για πολλά κρυπτονομίσματα όπως Bitcoin και Ethereum. Εκμεταλλευόμενη την αποδεδειγμένη ικανότητα του blockchain στην ασφαλή αποθήκευση και διαχείριση συναλλαγών κρυπτονομισμάτων, η παρούσα εργασία εισηγείται την υιοθέτηση της για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων εντός των ανταλλακτηρίων κρυπτονομισμάτων.

1.2 Πρόβλημα

Έχοντας αναλύσει την σημαντικότητα των cryptocurrency exchanges, μπορούμε τώρα να μιλήσουμε για τη πληθώρα των σημαντικών προκλήσεων που απειλούν την ακεραιότητα, την αξιοπιστία και τη λειτουργική τους αποτελεσματικότητα. Πολλά από αυτά τα κρίσιμα ζητήματα προκύπτουν από τις εγγενείς ευπάθειες των κεντριοποιημένων συστημάτων αποθήκευσης δεδομένων. Αυτά τα συστήματα είναι επιρρεπή σε κυβερνοεπιθέσεις, χειραγώγηση δεδομένων και μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Τα αποκεντρωμένα δίκτυα blockchain βρίσκονται σε πλήρη αντίθεση αφού

η κατανομημένη αρχιτεκτονική τους εξαλείφει το μοναδικό σημείο αστοχίας που υπάρχει σε κεντρικές βάσεις δεδομένων, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο εκμετάλλευσης από κακόβουλους παράγοντες.

Παράλληλα, η έλλειψη διαφάνειας και μηχανισμών ασφάλειας στις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, ενισχύουν σημαντικά τον κίνδυνο χειραγώγησης της αγοράς και δόλιας δραστηριότητας. Αυτά τα ζητήματα εκθέτουν τους συμμετέχοντες στην αγορά των κρυπτονομισμάτων στη πιθανότητα παραπληροφόρησης και αθέμιτων εμπορικών πρακτικών. Αυτά, έχουν σαν αποτέλεσμα την διάβρωση της εμπιστοσύνης των ενδιαφερόντων αλλά και την υπονόμηση της ακεραιότητας της αγοράς.

Το scalability της υποδομής των ανταλλακτηρίων κρυπτονομισμάτων είναι ακόμα ένα ζήτημα το οποίο πρέπει να υπογραμμιστεί. Καθώς οι όγκοι των δεδομένων κρυπτονομισμάτων βιώνουν εκθετική ανάπτυξη και η δραστηριότητα των χρηστών εντείνεται, τα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων πρέπει να διατηρηθούν χαμηλά σε καθυστέρηση αλλά και να διασφαλίσουν ισχυρές δυνατότητες επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων. Τα παραδοσιακά συστήματα αποθήκευσης και επεξεργασίας δεδομένων περιορίζονται εγγενώς από πεπερασμένη χωρητικότητα αποθήκευσης και υπολογιστικούς πόρους. Αυτό παρουσιάζει σημαντικές προκλήσεις για εφαρμογές που αντιμετωπίζουν υψηλά ποσοστά ροών δεδομένων. Αυτοί οι περιορισμοί εκδηλώνονται ως χρονοβόρες και πολύπλοκες εργασίες επεξεργασίας δεδομένων.

Σημαντικό ζήτημα που πρέπει να υπογραμμιστεί επίσης, είναι και η ρυθμιστική εποπτεία, όπως η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς των ΗΠΑ (SEC). Η ευθύνη της SEC για δίκαιες και διαφανείς αγορές καθιστά αναγκαία τη στενή παρακολούθηση της έκδοσης και διαπραγμάτευσης κρυπτονομισμάτων, καθώς ορισμένα ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία ταξινομούνται ως κινητές αξίες. Αυτό το ρυθμιστικό τοπίο υπογραμμίζει την κρίσιμη ανάγκη για αξιόπιστες και διαφανείς λύσεις αποθήκευσης δεδομένων.

Πρέπει να υπογραμμιστεί, όμως, το γεγονός ότι αν και η τεχνολογία blockchain δίνει λύσεις σε πολλά κρίσιμα ζητήματα των cryptocurrency exchanges, παρουσιάζει δικά της ζητήματα. Οι τρέχουσες πλατφόρμες blockchain παρουσιάζουν περιορισμούς όσον αφορά την ρυθμαπόδοση (throughput) και την καθυστέρηση (latency). Ένα παράδειγμα

είναι το δίκτυο του Bitcoin του οποίου το throughput είναι 7 transactions το δευτερόλεπτο (transactions/second) ενώ το latency είναι 10 λεπτά. [10]

1.3 Συνεισφορά

Αυτή η διπλωματική εργασία εξετάζει πώς η τεχνολογία blockchain μπορεί να βελτιώσει τα cryptocurrency exchanges. Εξετάζει τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν αυτές οι πλατφόρμες και αναλύει εάν το blockchain μπορεί να είναι καλύτερος τρόπος αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων. Ο κύριος στόχος είναι να εξερευνηθεί εάν το blockchain μπορεί να κάνει αυτές τις πλατφόρμες συναλλαγών πιο ασφαλείς, διαφανείς και πιο αξιόπιστες προς τους ενδιαφερόμενους. Μέσα από έρευνα και ανάλυση, αυτή η εργασία θα προσπαθήσει να δείξει ότι η χρήση του blockchain στα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων είναι μια πρακτική και καλή ιδέα.

Στο επίκεντρο αυτής της προσπάθειας βρίσκεται το CryptoArchive, μια νέα πλατφόρμα που αξιοποιεί το Hyperledger Fabric για την ασφαλή αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων τιμών κρυπτονομισμάτων. Χρησιμοποιώντας το πλαίσιο blockchain, Hyperledger Fabric, το CryptoArchive διασφαλίζει την ακεραιότητα, τη διαφάνεια και την ανθεκτικότητα των δεδομένων, αντιμετωπίζοντας έτσι τα τρωτά σημεία που είναι εγγενή στις παραδοσιακές κεντρικές βάσεις δεδομένων.

Αυτή η εργασία ασχολήθηκε και με τα έξυπνα συμβόλαια, δηλαδή, συμφωνίες που εκτελούνται μόνες τους στο blockchain. Μετά από πολλές δοκιμές, το CryptoArchive εφάρμοσε έξυπνα συμβόλαια για την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο του τρόπου αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων. Αυτά τα έξυπνα συμβόλαια όχι μόνο κάνουν ομαλή την αλληλεπίδραση με το blockchain, αλλά κάνουν το CryptoArchive πιο διαφανές, πιο εύκολο στον έλεγχο και πιο αποτελεσματικό στο χειρισμό δεδομένων κρυπτονομισμάτων.

Το CryptoArchive χωρίζεται σε τέσσερα μέρη. Το επίπεδο εφαρμογής (Application Layer), το επίπεδο αποθήκευσης (Storage Layer), το επίπεδο δεδομένων (Data Layer) και το επίπεδο οπτικοποίησης (Visualization Layer). Τα τρία τελευταία επίπεδα θα αναλυθούν εκτενέστερα στα Κεφάλαια 4-6, αντίστοιχα.

Το Application Layer είναι υπεύθυνο για τη διεπαφή (interface) του CryptoArchive. Συγκεκριμένα, στο επίπεδο εφαρμογής, η Python υιοθετείται ως γλώσσα προγραμματισμού, το FastAPI ως πλαίσιο ανάπτυξης API και το Jinja2 ως μηχανή προτύπων (template rendering).

Συνεχίζοντας, το επίπεδο αποθήκευσης, αποτελείται από ένα blockchain δίκτυο, το Hyperledger Fabric. Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την ασφαλή, αμετάβλητη και διαφανή αποθήκευση των δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Επιπλέον πληροφορίες σχετικά με το πώς αυτό επιτυγχάνεται παραθέτονται στο Κεφάλαιο 4, όπου περιγράφεται η τεχνολογία blockchain με μεγαλύτερη λεπτομέρεια.

Παράλληλα, το επίπεδο δεδομένων αυτής της εργασίας εστιάζει κυρίως στη χρήση διαφόρων APIs για τη συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με κρυπτονομίσματα και την τυποποίηση τους ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του επιπέδου αποθήκευσης. Περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από διάφορες πηγές, όπως ιστορικά δεδομένα τιμών, όγκους συναλλαγών, κεφαλαιοποίηση αγοράς και θεμελιώδεις πληροφορίες σχετικά με τα κρυπτονομίσματα. Επιπλέον, το επίπεδο δεδομένων περιλαμβάνει διαδικασίες καθαρισμού, μετατροπής και δόμησης των δεδομένων σε μορφή συμβατή με το μοντέλο αποθήκευσης Hyperledger Fabric. Αυτό διασφαλίζει τη συνέπεια, την ακρίβεια και την ακεραιότητα των δεδομένων εντός του δικτύου blockchain.

Κλείνοντας, το επίπεδο οπτικοποίησης του CryptoArchive παίρνει όλα αυτά τα πολύπλοκα δεδομένα και τα μετατρέπει σε ξεκάθαρα και εύκολα κατανοητά γραφήματα. Αυτές οι απεικονίσεις βοηθούν τους χρήστες να βλέπουν ιστορικές τάσεις τιμών, τεχνικά σήματα, συναίσθημα αγοράς και άλλες σημαντικές λεπτομέρειες. Βλέποντας αυτές τις πληροφορίες οπτικά, οι χρήστες μπορούν να λάβουν καλύτερες αποφάσεις σχετικά με την αγορά, την πώληση και την εμπορία κρυπτονομισμάτων. Το επίπεδο οπτικοποίησης είναι επίσης διαδραστικό, ώστε οι χρήστες να μπορούν να προσαρμόσουν αυτό που βλέπουν και ακόμη να λαμβάνουν ενημερώσεις σε πραγματικό χρόνο.

1.4 Περίγραμμα Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια. Αυτά είναι η «Εισαγωγή», η «Σχετική Δουλειά», η «Αρχιτεκτονική», το «Storage Layer», το «Data Layer», το «Visualization Layer», η «Πειραματική Αξιολόγηση» και τα «Συμπεράσματα / Μελλοντικές επεκτάσεις».

Αυτό το κεφάλαιο εμβαθύνει στα κίνητρα πίσω από την έρευνα και τις βασικές προκλήσεις που αντιμετωπίζονται στο πεδίο των ανταλλακτηρίων κρυπτονομισμάτων. Παρείχε επίσης μια εισαγωγική επισκόπηση της αρχιτεκτονικής του συστήματος που σχεδιάστηκε για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων.

Στο επόμενο κεφάλαιο, Κεφάλαιο 2, ακολουθεί περιγραφή σχετικών δουλειών και έρευνας που έχει γίνει στο πεδίο ενασχόλησης της εργασίας αυτής. Δηλαδή, πάνω στο κομμάτι του blockchain αλλά και των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι συμβατικές βάσεις δεδομένων.

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρέχεται μια πιο λεπτομερής περιγραφή της αρχιτεκτονικής του CryptoArchive και του τρόπου αλληλεπίδρασης των επιπέδων που προ-αναφέρθηκαν.

Το τέταρτο κεφάλαιο, επικεντρώνεται στην περιγραφή του επιπέδου αποθήκευσης. Σε αυτό το σημείο περιγράφονται σημαντικές πληροφορίες για τη τεχνολογία blockchain και για το Hyperledger Fabric σε συσχέτιση πάντα με το CryptoArchive.

Το πέμπτο κεφάλαιο, εμβαθύνει στα χαρακτηριστικά του επιπέδου δεδομένων. Συγκεκριμένα, δίνονται πληροφορίες για το ποια δεδομένα διαφυλάσσονται στο CryptoArchive, το τρόπο συλλογής τους, αλλά παρουσιάζεται και ο κώδικας για τα έξυπνα συμβόλαια του CryptoArchive.

Το Κεφάλαιο 6 ρίχνει φως στο επίπεδο οπτικοποίησης του CryptoArchive, αποκαλύπτοντας πώς μετατρέπει τα δεδομένα σε χρήσιμες πληροφορίες. Διερευνά διάφορες μεθόδους οπτικοποίησης, ενσωματώνοντας τεχνικούς δείκτες όπως *κινούμενους μέσους όρους (MA)* και *δείκτη σχετικής ισχύος (RSI)*. Παράλληλα, το κεφάλαιο παρουσιάζει αποσπάσματα κώδικα και φωτογραφίες.

Το κεφάλαιο 7, αφιερώνεται στη πειραματική αποτίμηση της πλατφόρμας CryptoArchive. Μέσω μιας σειράς πειραμάτων, αναλύθηκαν και εξετάστηκαν διάφορες πτυχές της πλατφόρμας. Το κεφάλαιο παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με την πειραματική μεθοδολογία, τα συγκεκριμένα πειράματα που διεξήχθησαν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Τέλος, το κεφάλαιο 8 αποτελεί το αποκορύφωμα αυτής της εργασίας, παρουσιάζοντας τα βασικά συμπεράσματα και χαράσσοντας τις πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις για το CryptoArchive. Συνθέτει τα πειραματικά ευρήματα και αναλύει τη σημασία τους για τη συνεχιζόμενη ανάπτυξη της πλατφόρμας. Επιπλέον, διερευνά δρόμους για περαιτέρω τελειοποίηση και βελτίωση, παρέχοντας πληροφορίες για το πώς το CryptoArchive μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να αντιμετωπίσει τις εξελισσόμενες προκλήσεις στον τομέα των κρυπτονομισμάτων.

Κεφάλαιο 2

Σχετική Δουλειά

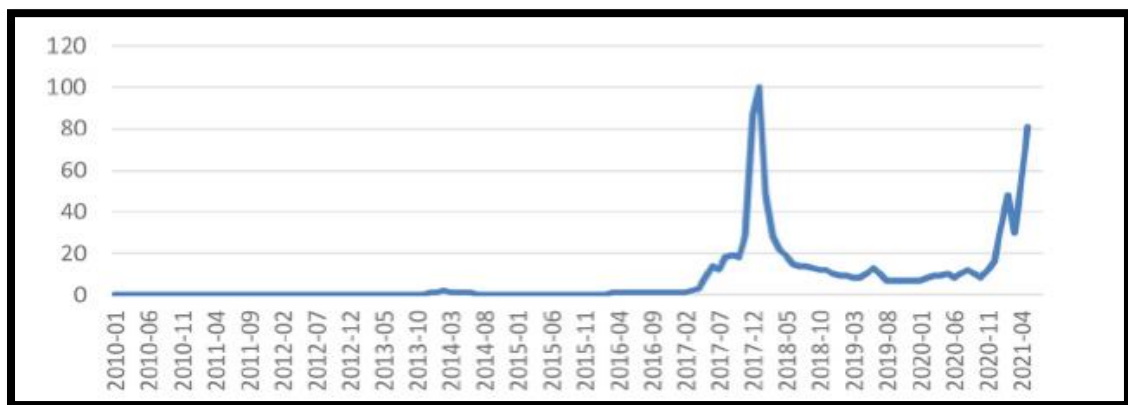
2.1	Εξέλιξη των Cryptocurrency Exchanges	9
2.2	Παραδοσιακές Βάσεις Δεδομένων	10
2.3	Blockchain Technology	11
2.4	Crypto Archive	13
2.5	Ερευνητικά Άρθρα	15
2.5.1	Database Security Threats and Challenges	15
2.5.2	Vulnerabilities and Threat Management in Relational Database Management Systems	16
2.5.3	Blockchain for Big Data Security, Issues, Challenges and Future Directions	16
2.5.4	Blockchain Versus Database: A Critical Analysis	17
2.5.5	Network System Design using Hyperledger Fabric: Permissioned Blockchain Framework	18
2.5.6	A Hyperledger Fabric-based System Framework for Healthcare Data Management	18
2.5.7	Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains	19

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εξερευνήσουμε τις πολυπλοκότητες που περιβάλλουν τα συστήματα βάσεων δεδομένων στον τομέα των κρυπτονομισμάτων. Αρχικά, θα εξετάσουμε την εξέλιξη των cryptocurrency exchanges και την εξάρτησή τους από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων για τη διαχείριση της υποδομής δεδομένων. Θα συζητήσουμε τους περιορισμούς για το scalability και τις εγγενείς ευπάθειες ασφαλείας που υπάρχουν σε αυτά τα συστήματα. Επιπλέον, θα αναφερθούμε σε ευρήματα από την

ακαδημαϊκή έρευνα σχετικά με τις απειλές ασφαλείας βάσεων δεδομένων αλλά και τις λύσεις που παρέχει το blockchain.

2.1 Εξέλιξη των Cryptocurrency Exchanges

Από τη “γέννηση” του Bitcoin το 2009, τα cryptocurrency exchanges, που χρησιμοποιούνται για εμπορία των κρυπτονομισμάτων, έχουν γίνει μάρτυρες ενός αξιόλογου μετασχηματισμού. Τα πρώτα exchanges χρησιμοποιούσαν διεπαφές (user interfaces) με περιορισμένες λειτουργίες. Ωστόσο, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1, η αυξανόμενη δημοτικότητα των κρυπτονομισμάτων κατέστησε αναγκαία την αντίστοιχη αύξηση της ζήτησης για πιο περίπλοκες πλατφόρμες συναλλαγών. Κατά συνέπεια, τα σύγχρονα exchanges έχουν μετατραπεί σε πολυεπίπεδα συστήματα, που εξυπηρετούν μια παγκόσμια βάση χρηστών με μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα υπηρεσιών. Παρά αυτές τις εξελίξεις, ένα σημαντικό μέρος αυτών των exchanges εξακολουθεί να εξαρτάται από τις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων για τη διαχείριση των δεδομένων τους.

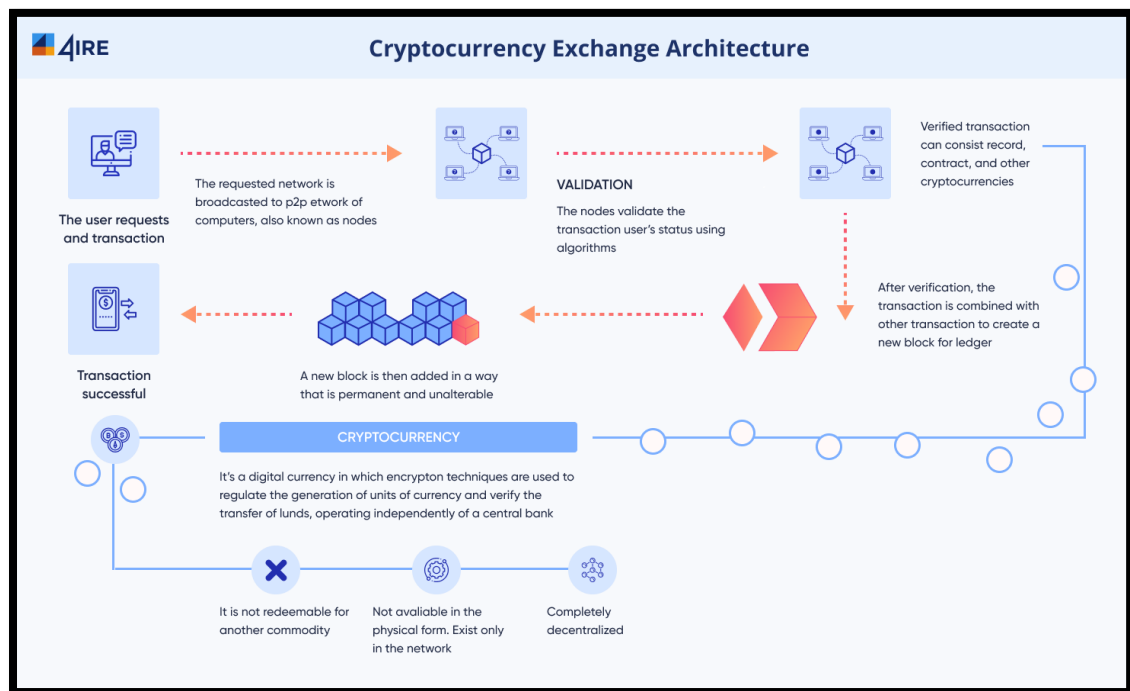


Σχήμα 1: "Cryptocurrency" Google Trend from 2010 to 2021 [9]

Καθώς η αγορά κρυπτονομισμάτων ωριμάζει, τα exchanges αντιμετωπίζουν την επιτακτική ανάγκη να προσαρμοστούν στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις δίνοντας παράλληλα σημαντική έμφαση στη διαχείριση βάσεων δεδομένων.

Δίνοντας προτεραιότητα στη διαχείριση της βάσης δεδομένων παράλληλα με τη λειτουργική αποτελεσματικότητα, τα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων μπορούν να

πλοηγηθούν αποτελεσματικά στη δυναμική της αγοράς και να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του μέλλοντος της ψηφιακής χρηματοδότησης.



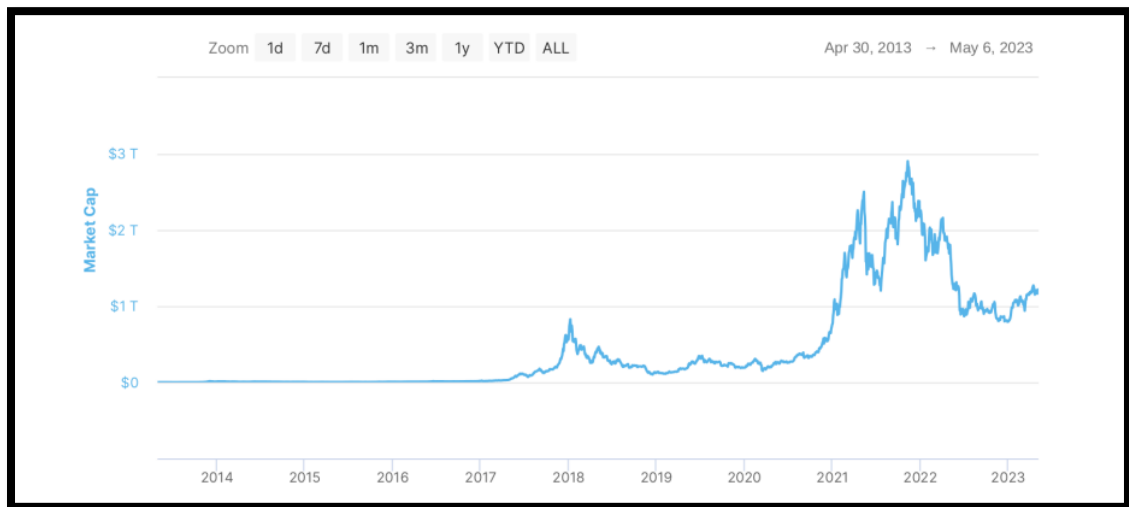
Σχήμα 2: Αρχιτεκτονική των Cryptocurrency Exchanges [11]

2.2 Παραδοσιακές Βάσεις Δεδομένων

Τα τωρινά συστήματα βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων. Αυτά τα συστήματα τηρούν αυστηρά το σχεσιακό μοντέλο και χρησιμοποιούν τη δομημένη γλώσσα των query (SQL) για χειρισμό και ανάκτηση δεδομένων. Αποθηκεύουν δεδομένα σε πίνακες, με γραμμές και στήλες για αποτελεσματική αποθήκευση και ανάκτηση. Οι ιδιότητες ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) προφυλάσσουν την αξιόπιστη επεξεργασία των συναλλαγών, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα των δεδομένων υπό διάφορες συνθήκες.

Η κεντροποιημένη (centralized) αρχιτεκτονική είναι ο πυρήνας των παραδοσιακών βάσεων δεδομένων, επιτρέποντας τον κεντρικό έλεγχο της διαχείρισης και ασφάλειας δεδομένων. Αυτή η δομή είναι ιδανική για προβλέψιμο φόρτο εργασίας, προσφέροντας βελτιωμένη διαχείριση και ασφάλεια.

Ωστόσο, οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων αντιμετωπίζουν προκλήσεις με την επεκτασιμότητα σε δυναμικά περιβάλλοντα όπως τα κρυπτονομίσματα. Η μεταβλητότητα (volatility) των κρυπτονομισμάτων φαίνεται και από τη πιο κάτω εικόνα η οποία παρουσιάζει τη συνολική κεφαλαιοποίηση της αγοράς κρυπτονομισμάτων η οποία κορυφώνεται κοντά στα 3 τρισεκατομμύρια δολάρια στα τέλη του 2021, ακολουθούμενη από μια απότομη πτώση το 2022. Η μαζική, αυτή, ανάπτυξη των συναλλαγών απαιτεί κλιμακούμενες αρχιτεκτονικές για τη διαχείριση των εισροών δεδομένων χωρίς συμβιβασμούς στην απόδοση.



Σχήμα 3: Market Cap (30/04/2013 - 06/05/2023) [13]

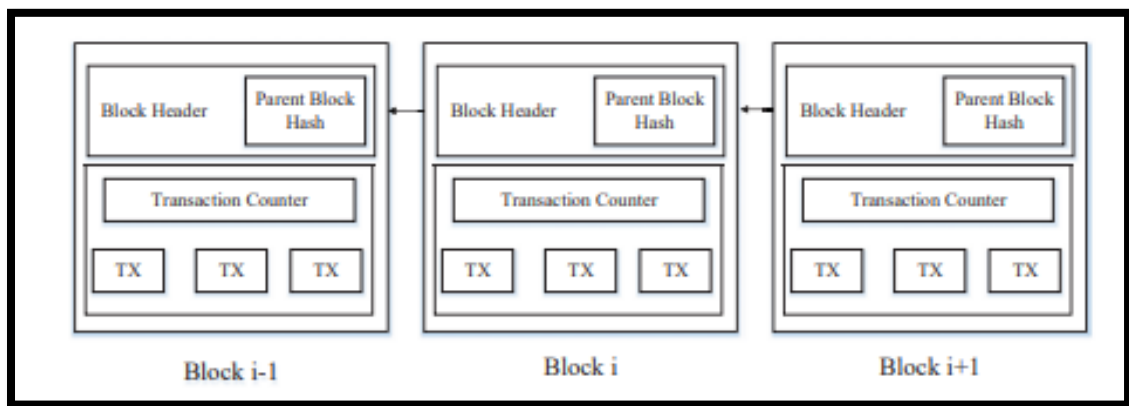
Επιπλέον, η κεντριοποιημένη αρχιτεκτονική αυτών των βάσεων δεδομένων εισάγει εγγενείς ευπάθειες, όπως τα σημεία αστοχίας, θέτοντας σημαντικούς κινδύνους ασφάλειας.

2.3 Blockchain Technology

Η τεχνολογία blockchain, μια πρωτοποριακή καινοτομία που έφερε επανάσταση σε διάφορους κλάδους, είναι ένα αποκεντρωμένο, κατακευματισμένο σύστημα αποθήκευσης δεδομένων (ledger) που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την ασφαλή, διαφανή και αμετάβλητη διατήρηση αρχείων ψηφιακών συναλλαγών.

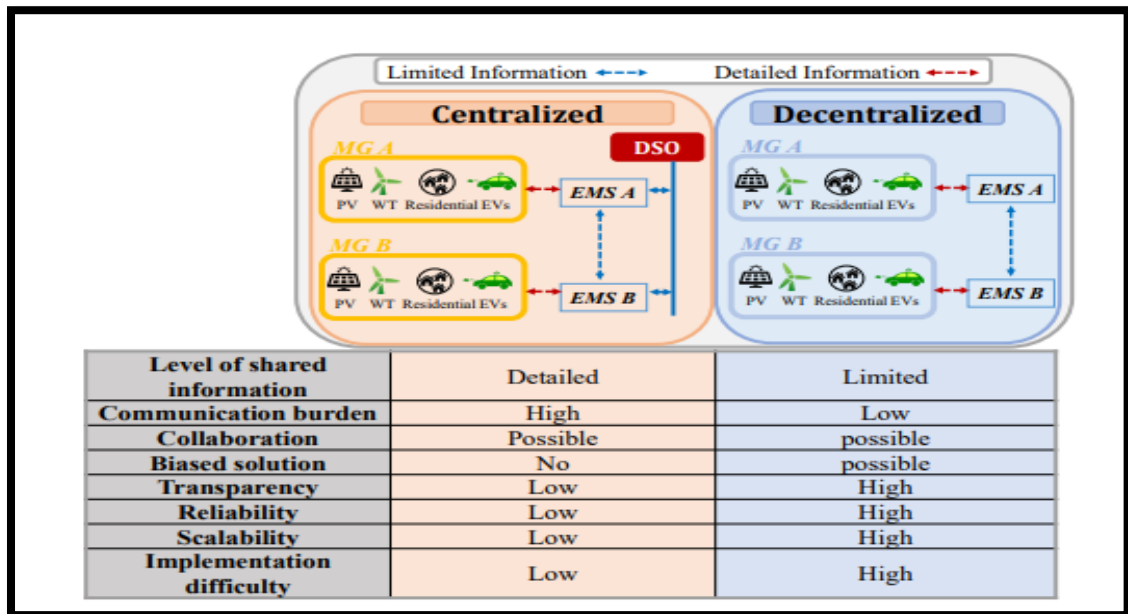
Στον πυρήνα του, ένα blockchain περιλαμβάνει μια αλυσίδα μπλοκ, το καθένα από τα οποία περιέχει ένα σύνολο συναλλαγών κρυπτογραφικά συνδεδεμένων με το προηγούμενο μπλοκ, σχηματίζοντας ένα συνεχές, ανθεκτικό σε παραβιάσεις καθολικό (ledger).

Το καθοριστικό χαρακτηριστικό του blockchain είναι η αποκεντρωμένη φύση του. Τα δεδομένα αναπαράγονται και συγχρονίζονται σε ένα δίκτυο κόμβων, εξαλείφοντας την ανάγκη για μια κεντρική οντότητα να διαχειρίζεται ή να επικυρώνει τις συναλλαγές. Αυτή η κατακεντρωμένη αρχιτεκτονική ενισχύει την ασφάλεια και την ανθεκτικότητα, καθιστώντας το ισχυρό σε κακόβουλες επιθέσεις και αστοχίες συστήματος. Επιπλέον, ενισχύει τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη.



Σχήμα 4: Ένα παράδειγμα αλυσίδας μπλοκ που αποτελείται από μια συνεχή ακολουθία μπλοκ [26]

Όπως φαίνεται και στην εικόνα πιο κάτω, στα σημεία όπου «νοσούν» οι centralized (παραδοσιακές) βάσεις δεδομένων, δίνουν τη λύση οι decentralized. Έμφαση μπορεί να δοθεί στα σημεία transparency, reliability και scalability.



Σχήμα 5: Centralized vs Decentralized Βάση Δεδομένων [8]

Μια άλλη κρίσιμη πτυχή της τεχνολογίας blockchain είναι το immutability της, που επιτυγχάνεται μέσω κρυπτογραφικού κατακερματισμού και μηχανισμών συναίνεσης. Μόλις μια συναλλαγή επικυρωθεί και προστεθεί στο blockchain, ενσωματώνεται μόνιμα σε ένα μπλοκ, δημιουργώντας μια αμετάβλητη αλυσίδα εγγραφών. Αυτό διασφαλίζει ότι οι συναλλαγές είναι επαληθεύσιμες και δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να διαγραφούν.

Στην ουσία, η τεχνολογία blockchain αντιπροσωπεύει μια θεμελιώδη αλλαγή στη διαχείριση δεδομένων και την επεξεργασία συναλλαγών. Προσφέροντας αποκεντρωμένες, διαφανείς και αμετάβλητες λύσεις, αντιμετωπίζει ένα ευρύ φάσμα προκλήσεων σε διάφορους κλάδους. Μέσω της εξάρτησης του στην κρυπτογραφία, τους μηχανισμούς συναίνεσης και τις αποκεντρωμένες αρχιτεκτονικές, το blockchain έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στα υπάρχοντα επιχειρηματικά μοντέλα, να εξορθολογήσει τις λειτουργίες και να προωθήσει την καινοτομία στην ψηφιακή εποχή.

2.4 Crypto Archive

Αυτή η διπλωματική εργασία εισάγει το CryptoArchive, μια πρωτοποριακή πλατφόρμα που φέρνει επανάσταση στα cryptocurrency exchanges. Το CryptoArchive

αντιμετωπίζει τους εγγενείς περιορισμούς που παρουσιάζουν τα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων, αξιοποιώντας τη δύναμη της τεχνολογίας blockchain, και συγκεκριμένα του Hyperledger Fabric. Σε πλήρη αντίθεση με τα υπόλοιπα cryptocurrency exchanges που εξαρτώνται από κεντρικές βάσεις δεδομένων ευάλωτες σε μεμονωμένα σημεία αποτυχίας, παραβιάσεις ασφαλείας και παραβιάσεις δεδομένων, το CryptoArchive αξιοποιεί την αποκεντρωμένη και αμετάβλητη φύση του blockchain για να δημιουργήσει μια ασφαλή, διαφανή και αδιάψευστη υποδομή δεδομένων.

Το CryptoArchive αξιοποιεί το Hyperledger Fabric, ένα permissioned blockchain framework ειδικά σχεδιασμένο για επιχειρηματικές εφαρμογές υψηλής απόδοσης. Διάσημο για την επεκτασιμότητα, το απόρρητο και τη scalable αρχιτεκτονική του, το Hyperledger Fabric υποστηρίζει τη βασική λειτουργικότητα του CryptoArchive. Κατά συνέπεια, το CryptoArchive επωφελείται από τη βελτιωμένη ανθεκτικότητα και αξιοπιστία, ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους που σχετίζονται με κεντρικές βάσεις δεδομένων.

Παράλληλα, το CryptoArchive δεν είναι απλώς μια αποθήκη δεδομένων. Παρέχει ισχυρά εργαλεία για την ανάλυση πληροφοριών κρυπτονομισμάτων με πολύ μεγαλύτερη λεπτομέρεια και την πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων. Χρησιμοποιώντας τους πιο σύγχρονους αλγορίθμους επεξεργασίας δεδομένων και μηχανικής μάθησης, βοηθά τους χρήστες να βρουν πολύτιμες πληροφορίες από αυτά τα δεδομένα. Αυτές οι τεχνικές μηχανικής μάθησης μπορούν ακόμη και να βρουν κρυφά μοτίβα και τάσεις που δεν θα ήταν εμφανή διαφορετικά.

Επίσης, η ισχυρή συλλογή αναλυτικών εργαλείων που προσφέρει το CryptoArchive ανταποκρίνεται στις ποικίλες ανάγκες των συμμετεχόντων στην αγορά κρυπτονομισμάτων, όπως επενδυτές και αναλυτές. Οι χρήστες μπορούν να αξιοποιήσουν τα γραφήματα για να αποκτήσουν ολοκληρωμένη εικόνα των δυναμικών της αγοράς.

Πέρα από τις αναλυτικές του δυνατότητες, το CryptoArchive αξιοποιεί τεχνικές προγνωστικής μοντελοποίησης για να προβλέπει μελλοντικές κινήσεις τιμών και τάσεις της αγοράς. Αναλύοντας ιστορικά δεδομένα και αξιοποιώντας προηγμένους

αλγορίθμους μηχανικής μάθησης, το CryptoArchive μπορεί να δημιουργήσει προγνωστικά μοντέλα που αναμένουν τη συμπεριφορά της αγοράς με υψηλή ακρίβεια.

Στο πίνακα πιο κάτω φαίνονται ξεκάθαρα τα οφέλη του CryptoArchive σε σύγκριση με τα υπόλοιπα cryptocurrency exchanges. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται πώς το CryptoArchive αξιοποιεί την τεχνολογία blockchain και τις ανώτερες αναλυτικές δυνατότητες του για να παρέχει μια πιο συμφέρουσα εμπειρία στο χρήστη.

Aspect	Crypto Archive	Other Exchanges
Database Technology	Hyperledger Fabric (Blockchain)	Traditional databases
Data Integrity	Immutable ledger	Relies on centralized database management
Scalability	Scalable blockchain architecture	Limited scalability for larger datasets
Analytics Features	Advance analytics and charting tools	Basic analytics features
Predictive Analytics	Machine learning integration for predictions	Limited or no predictive analytics

Πίνακας 1: Πίνακας που αντικατοπτρίζει τις διαφορές του Crypto Archive με τα υπόλοιπα cryptocurrency exchanges

2.5 Ερευνητικά Άρθρα

2.5.1 Database Security Threats and Challenges

Για να τονίσουμε περαιτέρω την ανάγκη για εναλλακτικές βάσεις δεδομένων, η έρευνα στο άρθρο "Database Security Threats and Challenges" [2], ρίχνει φως στις πολύπλευρες απειλές ασφαλείας που μαστιίζουν τα σύγχρονα συστήματα βάσεων δεδομένων σε περιβάλλοντα των Big Data. Η μελέτη υπογραμμίζει εγγενείς αδυναμίες στις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, εκθέτοντας τις σε ένα ευρύτερο φάσμα τρωτών σημείων. Η έρευνα προσδιορίζει καθιερωμένους φορείς επίθεσης όπως:

- **Denial-of-Service (DoS):** Αυτή η επίθεση επιβραδύνει τον server της βάσης δεδομένων, καθιστώντας τον δυνητικά άχρηστο για όλους. Αν και δεν εκθέτει

τα περιεχόμενα του, μια επίθεση Denial-of-Service σπαταλά πολύτιμους πόρους και διακόπτει τις λειτουργίες. Άλλωστε, ένας ιστότοπος που δεν είναι προσβάσιμος είναι ουσιαστικά άχρηστος.

- **SQL injection / Piggy-backed queries:** Σε αυτή την επίθεση, οι attackers εισάγουν κρυφό κακόβουλο κώδικα από το frontend, δηλαδή από το ίδιο το web application, μέσω input πεδίων. Έπειτα, αυτός ο κώδικας διεισδύει στη βάση δεδομένων του backend, επιτρέποντας στους χάκερς απεριόριστη πρόσβαση για να κλέψουν όλες τις πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες εκεί.

2.5.2 Vulnerabilities and Threat Management in Relational Database Management Systems

Εκτός από τα πιο πάνω προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν στις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων, η έρευνα που έγινε στο "Vulnerabilities and Threat Management in Relational Database Management Systems" [17] υπογραμμίζει κι άλλα σημαντικά ζητήματα όπως:

- **Ταυτολογίες:** Αυτή η επίθεση περιλαμβάνει την εισαγωγή ειδικών οδηγιών (όπως δηλώσεις "WHERE") σε ένα query για την ανάκτηση όλων των δεδομένων από έναν πίνακα, παρακάμπτοντας τα συνήθη μέτρα ασφαλείας.
- **Alternate Encodings:** Η σάρωση “κακών” χαρακτήρων είναι ένας κοινός αμυντικός μηχανισμός της βάσης δεδομένων. Ωστόσο, το σύστημα δεν αναλύει όλα τα queries που έχουν unique encodings. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα μπορεί να «χτυπηθεί» από συμβολοσειρές με hexadecimal, ASCII και Unicode encodings.

2.5.3 Blockchain for Big Data Security, Issues, Challenges and Future Directions

Βασισμένοι στο άρθρο "Blockchain for Big Data Security, Issues, Challenges, and Future Directions" [21], η ασφάλεια των Big Data αποτελεί κρίσιμη ανησυχία καθώς ο όγκος των δεδομένων που συλλέγονται και αποθηκεύονται αυξάνεται εκθετικά. Το

άρθρο διερευνά πώς η τεχνολογία blockchain μπορεί δυνητικά να φέρει επανάσταση στην ασφάλεια των Big Data, προσφέροντας σημαντικά οφέλη σε πολλούς κλάδους αλλά και στο κλάδο των δεδομένων κρυπτονομισμάτων.

- **Ενισχυμένη ασφάλεια:** Οι βασικές αρχές του Blockchain οι οποίες είναι η αποκέντρωση και το immutability, ενισχύουν την ασφάλεια των δεδομένων. Το κατακευματισμένο Ledger διασφαλίζει ότι τα δεδομένα δεν μπορούν να παραβιαστούν, εμποδίζοντας την όποια δόλια δραστηριότητα.
- **Περισσότερη διαφάνεια:** Παρέχοντας ένα διαφανές και αμετάβλητο αρχείο όλων των συναλλαγών, το blockchain μπορεί να ενισχύσει την εμπιστοσύνη και τη νομιμότητα στις αγορές κρυπτονομισμάτων. Οι ρυθμιστικές αρχές και οι συμμετέχοντες μπορούν να επωφεληθούν από μια σαφή διαδρομή ελέγχου, ενισχύοντας ένα πιο ασφαλές και αξιόπιστο οικοσύστημα.
- **Τυποποίηση της μορφής δεδομένων:** Το άρθρο υποδηλώνει ότι το blockchain μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στον τυποποίηση των μορφών δεδομένων για Big Data. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα δεδομένα κρυπτονομισμάτων, τα οποία συχνά αντιμετωπίζουν ασυμβατότητες μεταξύ διαφορετικών χρηματιστηρίων και πλατφορμών. Τα τυποποιημένα δεδομένα θα επέτρεπαν μια πιο αποτελεσματική και ολοκληρωμένη ανάλυση της αγοράς κρυπτονομισμάτων.

Τα χαρακτηριστικά ασφαλείας και η διαφάνεια που ενσωματώνονται στην τεχνολογία blockchain έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν σημαντικά την εμπιστοσύνη και τη νομιμότητα σε πολλούς κλάδους αλλά, ειδικότερα και στο κλάδο των κρυπτονομισμάτων.

2.5.4 Blockchain Versus Database: A Critical Analysis

Με βάση το άρθρο "Blockchain Versus Database: A Critical Analysis" [16], μπορούμε να συμπεράνουμε ότι θα ήταν ιδανικό να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία blockchain για

δεδομένα κρυπτονομισμάτων λόγω πολλών βασικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων και των εξής:

- **Πολλοί traders + έλλειψη εμπιστοσύνης:** Ο τομέας των κρυπτονομισμάτων απασχολεί τεράστιο αριθμό ατόμων και ταυτόχρονα, δεν υπάρχει κάποιος μεσάζων ο οποίος να έχει την εμπιστοσύνη όλων αυτών.
- **Record Immutability:** Ένα κρίσιμο κριτήριο είναι η ανάγκη για αναλλοίωτες εγγραφές. Οι traders χρησιμοποιούν τα δεδομένα των κρυπτονομισμάτων για να διαμορφώσουν τις μελλοντικές τους κινήσεις. Η αναλλοίωτη των εγγραφών εξασφαλίζει την ακεραιότητα και την εμπιστοσύνη στα δεδομένα.

2.5.5 Network System Design using Hyperledger Fabric: Permissioned Blockchain Framework

Αυτή η έρευνα [22] τονίζει μια ευπάθεια τόσο στις κεντρικοποιημένες όσο και στις κατακευκαλισμένες βάσεις δεδομένων: την ευαισθησία τους σε κακόβουλη έγχυση δεδομένων (malicious data injection) εάν κάποιος συμμετέχων του δικτύου τεθεί σε κίνδυνο. Ωστόσο, το Hyperledger Fabric προσφέρει μια πιθανή λύση εξαιτίας της κρυπτογράφησης και των μηχανισμών ελέγχου που διαθέτει. Η μελέτη υποδηλώνει ότι ενώ οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων μπορεί να προσφέρουν ανώτερη απόδοση λόγω της εξάρτησης τους από αποκλειστικό υλικό, η τεχνολογία chaincode Fabric υπόσχεται βελτιωμένη ασφάλεια και ακεραιότητα δεδομένων.

2.5.6 A Hyperledger Fabric-based System Framework for Healthcare Data Management

Η έρευνα [20] δείχνει ότι οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων έχουν περιορισμούς στην ασφάλεια και τη διαφάνεια των δεδομένων. Η συγκεντρωτική φύση τους δημιουργεί ένα μόνο σημείο αποτυχίας και τους εκθέτει σε πιθανή χειραγώγηση. Αντίθετα, η τεχνολογία blockchain και συγκεκριμένα το Hyperledger Fabric, προσφέρει μια αποκεντρωμένη και ασφαλή λύση για την αποθήκευση δεδομένων.

S. No	Comparison		
	Characteristics	Traditional Healthcare System	Blockchain Healthcare System
1	Data privacy and security	Hard	Easy
2.	Transparency	No	Yes
3.	Reliability and Integrity	Low	High
4.	System Administration	Centralized	Decentralized
5.	Cost	High	Low
6.	Patient waiting Time	Very high	Low

Σχήμα 6: Σύγκριση βάσεων δεδομένων για συστήματα υγείας [20]

2.5.7 Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains

Η έρευνα [6] παρουσιάζει την αυξανόμενη δημοτικότητα του Hyperledger Fabric με μεγάλους παρόχους cloud όπως η Oracle, η IBM και η Microsoft που το προσφέρουν ως υπηρεσία. Αυτή η ευρεία υιοθέτηση τονίζεται περαιτέρω από την παρουσία του Fabric σε περισσότερα από 400 έργα του πραγματικού κόσμου, αντιμετωπίζοντας ζητήματα όπως ο συμψηφισμός συναλλαγμάτων (foreign exchange netting), η διαχείριση περιουσιακών στοιχείων και οι παγκόσμιες πληρωμές. Αυτές οι επιτυχημένες περιπτώσεις χρήσης φανερώνουν την ικανότητα του Fabric να επιλύει περίπλοκα επιχειρηματικά προβλήματα, καθιστώντας το ισχυρό υποψήφιο για τις ανάγκες του CryptoArchive. Το Fabric μπορεί να διασφαλίσει ότι τα δεδομένα στο οικοσύστημα κρυπτονομισμάτων παραμένουν αδιάψευστα, ιδιωτικά και διαφανή.

Κεφάλαιο 3

Αρχιτεκτονική Συστήματος

3.1 Storage Layer	22
3.2 Data Layer / Analytics Layer	24
3.3 Visualization Layer / Forecasting Layer	26

Για να παρέχουμε μια βαθύτερη κατανόηση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής, θα ξεκινήσουμε μια εξερεύνηση των επιμέρους επιπέδων της.

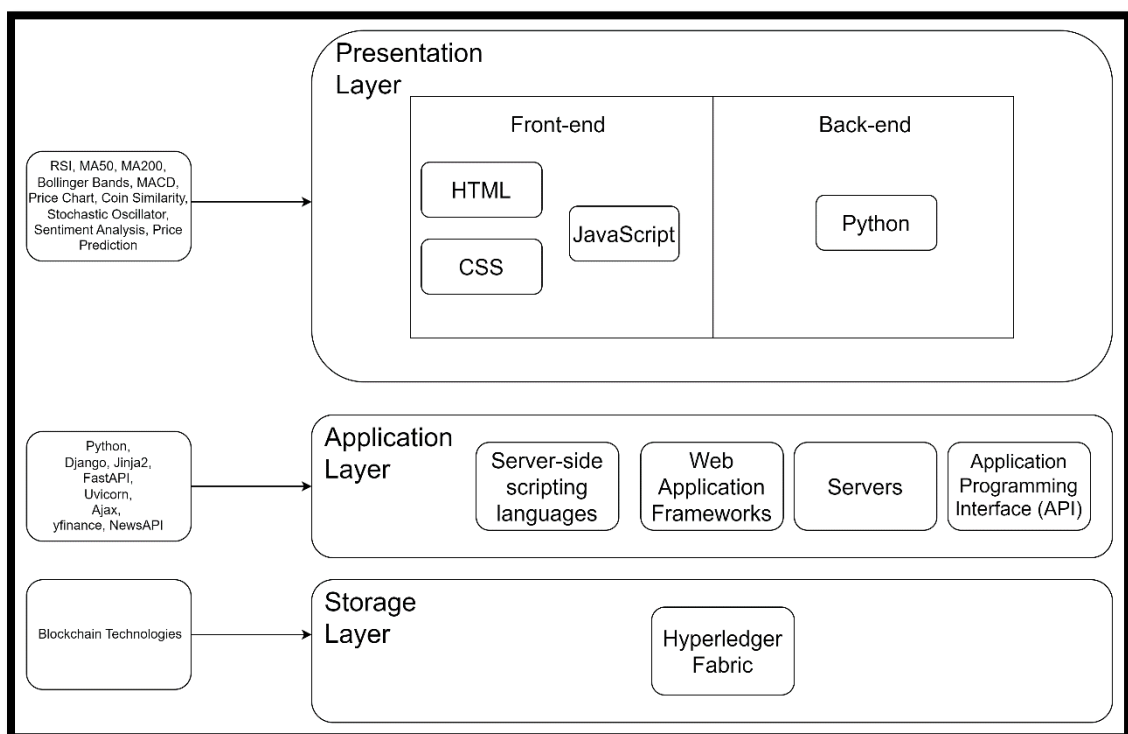
Η αρχική μας εστίαση θα είναι στο υποκείμενο θεμέλιο - το στρώμα αποθήκευσης. Εδώ, θα αναλύσουμε τα βασικά στοιχεία του Hyperledger Fabric και θα διευκρινίσουμε τον ρόλο του στη δημιουργία ενός ασφαλούς και επεκτάσιμου περιβάλλοντος ειδικά σχεδιασμένου για αποθήκευση δεδομένων κρυπτονομισμάτων.

Μετά από αυτό, θα στρέψουμε την προσοχή μας στο επίπεδο συλλογής δεδομένων. Αυτή η ενότητα θα εμβαθύνει στους μηχανισμούς και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων κρυπτονομισμάτων από διαφορετικές πηγές, όπως APIs.

Τέλος, οι ακόλουθες ενότητες θα εξερευνήσουν το επίπεδο οπτικοποίησης και αναφοράς. Εδώ, θα αναλύσουμε την ανάπτυξη αλγορίθμων και μοντέλων ειδικά σχεδιασμένων για την εξαγωγή πολύτιμων πληροφοριών από τα δεδομένα κρυπτονομισμάτων. Η στατιστική ανάλυση, τα μοντέλα μηχανικής μάθησης και οι μέθοδοι πρόβλεψης χρονοσειρών θα εξεταστούν σχολαστικά για να διαφωτιστεί ο ρόλος τους στην εξαγωγή ουσιαστικών πληροφοριών από τα δεδομένα. Αυτή η ενότητα, επίσης, θα επισημάνει τη χρήση διαφόρων τεχνικών και εργαλείων

οπτικοποίησης για την αποτελεσματική επικοινωνία των ευρημάτων στα ενδιαφερόμενα μέρη.

Μέσω αυτής της δομημένης εξερεύνησης, στοχεύουμε να παρέχουμε μια ολοκληρωμένη κατανόηση της προτεινόμενης αρχιτεκτονικής και τον πιθανό αντίκτυπο της στην έρευνα και ανάλυση κρυπτονομισμάτων.



Σχήμα 1: Αρχιτεκτονική του CryptoArchive

3.1 Storage Layer

Αυτή η διπλωματική τοποθετεί το Hyperledger Fabric ως τη βάση για την προτεινόμενη αρχιτεκτονική λόγω της ευελιξίας του στο χειρισμό των αναλύσεων δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Το Fabric, που αναπτύχθηκε υπό την αιγίδα της πρωτοβουλίας Hyperledger του Linux Foundation, δεν είναι απλώς μια πλατφόρμα blockchain, αλλά ένα αρθρωτό πλαίσιο προσαρμοσμένο για τη δημιουργία ισχυρών, κλιμακούμενων και αδειοδοτημένων αποκεντρωμένων ledger.

Η αποκέντρωση αποτελεί θεμέλιο λίθο της αρχιτεκτονικής του CryptoArchive, μιας πρωτοποριακής προσέγγισης στην ανάλυση δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Αξιοποιώντας το Hyperledger Fabric, το CryptoArchive επαναστατικοποιεί τη διαχείριση, την ανάλυση και τη χρήση δεδομένων κρυπτονομισμάτων.

Στον πυρήνα του, η αποκέντρωση σημαίνει την απουσία ενός μοναδικού ελεγκτικού φορέα. Αναφέρεται στη διανομή του ελέγχου και των δεδομένων σε ένα δίκτυο κόμβων (υπολογιστών), αντί να συγκεντρώνει την αρχή σε μια οντότητα. Αυτή η αποκεντρωμένη αρχιτεκτονική ενισχύει τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των δεδομένων κρυπτονομισμάτων, μειώνοντας τους κινδύνους που συνδέονται με κεντρικά συστήματα, όπως η χειραγώγηση δεδομένων, διασφαλίζοντας ότι καμία κεντρική αρχή δεν έχει εξουσία επί των δεδομένων που αποθηκεύονται στο blockchain.

Σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο blockchain, τα δεδομένα αναπαράγονται και αποθηκεύονται σε πολλούς κόμβους. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει κεντρικό αποθετήριο δεδομένων ευάλωτων σε επιθέσεις, οι χάκερς θα πρέπει να παραβιάσουν το 51% του δικτύου ταυτόχρονα για να αλλάξουν την ακεραιότητα του blockchain, κάτι που είναι υπολογιστικά ανέφικτο. [5]

Η αρθρωτή αρχιτεκτονική του Hyperledger Fabric είναι ένα άλλο βασικό πλεονέκτημα που αξιοποιεί το CryptoArchive. Αυτός ο αρθρωτός σχεδιασμός επιτρέπει στο CryptoArchive να προσαρμόζει την υποδομή blockchain ακριβώς στις απαιτήσεις του, επιλέγοντας και ενσωματώνοντας στοιχεία που βελτιστοποιούν την απόδοση, την επεκτασιμότητα και την ασφάλεια. Για παράδειγμα, το CryptoArchive μπορεί να

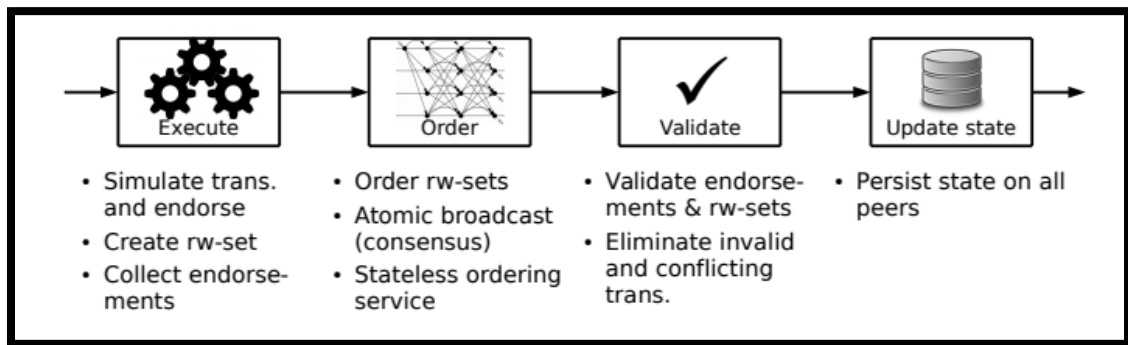
επιλέξει μηχανισμούς συναίνεσης και κρυπτογραφικούς αλγόριθμους που ευθυγραμμίζονται με τη συγκεκριμένη περίπτωση χρήσης του, εξασφαλίζοντας βέλτιστες επιδόσεις και αξιοποίηση πόρων.

Επιπλέον, η έμφαση του Hyperledger Fabric στην ασφάλεια και την προστασία των δεδομένων, ευθυγραμμίζεται άψογα με τους στόχους του CryptoArchive. Το Fabric χρησιμοποιεί πολυεπίπεδα μέτρα ασφαλείας, συμπεριλαμβανομένων ψηφιακών πιστοποιητικών (digital certificates) και κρυπτογραφικών καναλιών, για να διασφαλίσει την εμπιστευτικότητα, την ακεραιότητα και την αυθεντικότητα των συναλλαγών και των δεδομένων. Αυτό το ισχυρό πλαίσιο ασφαλείας παρέχει στο CryptoArchive τη βεβαιότητα ότι η υποδομή blockchain του μπορεί να αντέξει τις απειλές στον κυβερνοχώρο και τις προσπάθειες μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης, διασφαλίζοντας έτσι την ακεραιότητα των δεδομένων κρυπτονομισμάτων του.

Τέλος, ένα άλλο πλεονέκτημα του Hyperledger Fabric είναι η κλιμακωσιμότητα του, επιτρέποντας στα δίκτυα blockchain να αναπτυχθούν και να φιλοξενήσουν αυξανόμενους όγκους δεδομένων. Η κλιμακωσιμότητα στο CryptoArchive αναφέρεται στην ικανότητα του να διαχειρίζεται αποτελεσματικά τους αυξημένους όγκους δεδομένων χωρίς να δημιουργούνται προβλήματα στην απόδοση ή στην αξιοπιστία. Αυτή η κλιμακωσιμότητα είναι ζωτικής σημασίας για την ανάλυση κρυπτονομισμάτων, όπου ο όγκος των δεδομένων που παράγονται από τις συναλλαγές blockchain είναι σημαντικός.

Συγκεκριμένα, το Fabric προσφέρει επεκτασιμότητα μέσω της αρθρωτής αρχιτεκτονικής του. Υιοθετεί ένα σύστημα καναλιών που επιτρέπει την ταυτόχρονη διεκπεραίωση συναλλαγών. Δηλαδή, διαφορετικά υποσύνολα συμμετεχόντων στο δίκτυο μπορούν να εκτελούν συναλλαγές ανεξάρτητα, ενισχύοντας την απόδοση και την επεκτασιμότητα. Παράλληλα, προσφέρει ευελιξία στην επιλογή μηχανισμού συναίνεσης. Οι οργανισμοί μπορούν να υιοθετήσουν τον αλγόριθμο που ταιριάζει στις ανάγκες τις εργασίας τους. Επιλογές περιλαμβάνουν συναίνεση Fault Tolerant (CFT) για υψηλή απόδοση ή βυζαντινή συναίνεση για πρακτικά σφάλματα (PBFT), ιδανική για ισχυρή συνέπεια (consistency).

Στην ουσία, το Hyperledger Fabric παρέχει ένα ισχυρό και ευέλικτο πλαίσιο για ανάλυση δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Το modularity, η εμπιστευτικότητα αλλά και η κλιμακωσιμότητα του είναι απαραίτητα για το χειρισμό δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Αξιοποιώντας αυτές τις δυνατότητες, η προτεινόμενη αρχιτεκτονική του CryptoArchive μπορεί να αποθηκεύει, να επεξεργάζεται και να αναλύει με ασφάλεια δεδομένα κρυπτονομισμάτων, ενδυναμώνοντας τους ενδιαφερόμενους με λειτουργική ευφυΐα και πληροφορίες για τις αγορές κρυπτονομισμάτων.



Σχήμα 2: Order – Execute – Commit Αρχιτεκτονική του Hyperledger Fabric [6]

3.2 Data Layer / Analytics Layer

Το Data Layer του CryptoArchive δεν χρησιμοποιείται μόνο για την απλή συλλογή των δεδομένων. Αντιθέτως, είναι εξοπλισμένο με δυνατότητες διαχείρισης και παρουσίασης αυτών των δεδομένων, δίνοντας τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους να χρησιμοποιήσουν αυτές τις γνώσεις για να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Στο κέντρο του Data Layer, βρίσκεται ένα πολύπλοκο σύστημα συλλογής δεδομένων. Συγκεκριμένα, το CryptoArchive ενσωματώνει διάφορα δεδομένα από μεγάλο αριθμό πηγών. Τα APIs είναι τεράστιας σημασίας για την απόκτηση αυτών των δεδομένων, εφόσον, αποτελούν το κύριο τρόπο λήψης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Μετά τη συλλογή, τα δεδομένα αποθηκεύονται στο CryptoArchive και συγκεκριμένα, μέσα στο Hyperledger Fabric.

Εκτός από τα προ-αναφερόμενα, το επίπεδο δεδομένων του CryptoArchive ενσωματώνει εξελιγμένα προγνωστικά αναλυτικά στοιχεία. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους ενδιαφερόμενους να πληροφορηθούν για τις μελλοντικές κινήσεις της αγοράς με υψηλό βαθμό ακρίβειας. Οι τεχνικές πρόβλεψης αξιοποιούν εκτενή ιστορικά δεδομένα αγοράς και στατιστικά μοντέλα για να αποκαλύψουν σημαντικά μοτίβα και τάσεις. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία τεκμηριωμένων ενεργειών.

Όσον αφορά τη πρόβλεψη κρυπτονομισμάτων, βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην ανάλυση χρονοσειρών (time series). Αυτή η τεχνική συνεπάγεται μια ενδελεχή εξέταση των ιστορικών δεδομένων τιμών για να αποκαλύψει επαναλαμβανόμενα μοτίβα και τάσεις. Το CryptoArchive αξιοποιεί καθιερωμένες στατιστικές μεθοδολογίες, συμπεριλαμβανομένων των *κινητών μέσων (Moving Average)*, για την ανάλυση δεδομένων χρονοσειρών και τη δημιουργία προβλέψεων για μελλοντικές κινήσεις τιμών.

Η πρόβλεψη κρυπτονομισμάτων επωφελείται σημαντικά από τα μοντέλα μηχανικής μάθησης. Αυτά τα μοντέλα έχουν την ικανότητα να εντοπίζουν περίπλοκα μοτίβα και σχέσεις μέσα στα δεδομένα που μπορεί να χάνονται από τις συμβατικές στατιστικές μεθόδους. Το CryptoArchive αξιοποιεί μοντέλα πρόβλεψης υψηλής ακρίβειας για μελλοντικές τάσεις τιμών και συμπεριφορά της αγοράς.

Τέλος, το CryptoArchive περιλαμβάνει την ανάλυση ειδησεογραφικών άρθρων και άλλων πηγών δεδομένων κειμένου για τη μέτρηση του συναισθήματος της αγοράς και του συναισθήματος των επενδυτών προς συγκεκριμένα κρυπτονομίσματα. Το CryptoArchive αξιοποιεί τεχνικές επεξεργασίας φυσικής γλώσσας (NLP) και αλγόριθμους ανάλυσης συναισθήματος για να εξάγει χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το συναίσθημα από δεδομένα κειμένου και να τα ενσωματώσει σε μοντέλα πρόβλεψης.

3.3 Visualization Layer / Forecasting Layer

Το Visualization Layer του CryptoArchive διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη μετατροπή σύνθετων δεδομένων κρυπτονομισμάτων σε σαφείς οπτικές αναπαραστάσεις. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αξιοποιήσουν έναν συνδυασμό γραφημάτων και άλλων οπτικοποιήσεων για να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με τις τάσεις της αγοράς και να λάβουν τεκμηριωμένες αποφάσεις στο συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο των κρυπτονομισμάτων.

Ένα σημαντικό εργαλείο οπτικοποίησης του CryptoArchive είναι το γραμμικό γράφημα. Παρέχει μια οπτική αναπαράσταση των κινήσεων των τιμών ενός κρυπτονομίσματος με την πάροδο του χρόνου. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν γραμμικά διαγράμματα για να αναλύσουν ιστορικά δεδομένα τιμών, να προσδιορίσουν τα επίπεδα υποστήριξης και αντίστασης και να μετρήσουν το κλίμα της αγοράς. Τα γραμμικά γραφήματα είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για την οπτικοποίηση των σειρών τιμών σε μια καθορισμένη περίοδο, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να παρακολουθούν τις διακυμάνσεις των τιμών και ενδεχομένως να αποκαλύπτουν ευκαιρίες συναλλαγών.

Το CryptoArchive, εκτός από τα δεδομένα τιμών, ενσωματώνει ένα πολύμορφο σύνολο τεχνικών δεικτών στο επίπεδο οπτικοποίησης του. Αυτό ενισχύει σημαντικά τις αναλυτικές ικανότητες των ενδιαφερομένων. Τα γραμμικά γραφήματα που παρουσιάζουν τεχνικούς δείκτες, όπως ο *δείκτης σχετικής ισχύος (RSI)*, οι *ζώνες Bollinger* και οι *κινούμενοι μέσοι όροι (MA)*, παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη συμπεριφορά της αγοράς και τις πιθανές ευκαιρίες συναλλαγών.

Συνεχίζοντας, το CryptoArchive ενισχύει περαιτέρω τα ενδιαφερόμενα μέρη με εργαλεία οπτικοποίησης για συγκριτική ανάλυση μεταξύ κρυπτονομισμάτων. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν συσχετίσεις και ομοιότητες στις κινήσεις των τιμών μεταξύ διαφορετικών νομισμάτων. Με την οπτικοποίηση γραμμικών διαγραμμάτων στο ίδιο διάγραμμα, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις σχετικά με πιθανές ευκαιρίες διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου (portfolio) και να βελτιώσουν τις στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου.

Στην ουσία, το επίπεδο οπτικοποίησης του CryptoArchive εξοπλίζει τους ενδιαφερόμενους με μια ισχυρή εργαλειοθήκη για την ανάλυση δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Αυτή η ολοκληρωμένη πλατφόρμα δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να εντοπίζουν τάσεις, να δημιουργούν ενημερωμένες αποφάσεις και να περιηγούνται στο συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο της αγοράς κρυπτονομισμάτων. Το CryptoArchive καλύπτει διάφορες ανάγκες οπτικοποίησης δεδομένων, περιλαμβάνοντας γραμμικά γραφήματα για κινήσεις τιμών και τεχνικούς δείκτες. Επιπλέον, προσφέρει πολύτιμες γνώσεις μέσω *προγνωστικών αναλύσεων* και *αναλύσεων συναισθήματος (Sentiment Analysis)*, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να λαμβάνουν καλά ενημερωμένες αποφάσεις μέσα στο περίπλοκο οικοσύστημα των κρυπτονομισμάτων.

Κεφάλαιο 4

Storage Layer

4.1 Blockchain Technology	28
4.2 Hyperledger Fabric	34

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναλυθεί η τεχνολογία blockchain, εστιάζοντας ιδιαίτερα στο Hyperledger Fabric. Η συζήτηση ξεκινά με μια αποσαφήνιση των θεμελιωδών αρχών του blockchain, διευκρινίζοντας διάφορα χαρακτηριστικά του όπως τα μπλοκς και οι συναλλαγές. Στη συνέχεια, γίνεται ανάλυση του Hyperledger Fabric, εξετάζοντας την αρχιτεκτονική, τα έξυπνα συμβόλαια αλλά και τους αλγόριθμους συναίνεσης. Τέλος, παρουσιάζονται αποσπάσματα των έξυπνων συμβολαίων, που αποδεικνύουν τον ρόλο τους στη διαχείριση δεδομένων εντός της υποδομής του CryptoArchive.

4.1 Blockchain Technology

Πριν εμβαθύνουμε στο Hyperledger Fabric, είναι απαραίτητο να δημιουργήσουμε μια θεμελιώδη κατανόηση της τεχνολογίας blockchain. Ως εκ τούτου, η εξερεύνηση μας θα ξεκινήσει με μια εκβάθυνση της τεχνολογίας blockchain, που θα καλύπτει τις πιο βασικές πτυχές της. Αυτή η θεμελιώδης γνώση θα θέσει τις βάσεις για μια βαθύτερη κατανόηση του Hyperledger Fabric και του ρόλου του στο CryptoArchive.

Συγκεκριμένα, η τεχνολογία blockchain έχει αναδειχθεί ως μια επαναστατική δύναμη, αλλάζοντας θεμελιωδώς τον τρόπο αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων σε αποκεντρωμένα δίκτυα. Λειτουργεί ως δημόσιο ledger και όλες οι συναλλαγές καταγράφονται σε μια αλυσίδα από μπλοκς. Χρησιμοποιεί αλγόριθμους συναίνεσης, οι οποίοι εξασφαλίζουν συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων σχετικά με την εγκυρότητα των συναλλαγών. Έξυπνα συμβόλαια, με τους όρους της συμφωνίας γραμμένους

απευθείας σε κώδικα, αυτοματοποιούν και επιβάλλουν την εκτέλεση συναλλαγών στο blockchain. Αυτός ο συνδυασμός αλγορίθμων συναίνεσης και έξυπνων συμβολαίων ενισχύει την εμπιστοσύνη, τη διαφάνεια και την αποτελεσματικότητα σε διάφορες εφαρμογές, που κυμαίνονται από οικονομικές συναλλαγές έως τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, εξαλείφοντας την ανάγκη για μεσάζοντες και παρέχοντας ένα αρχείο συναλλαγών που δεν παραβιάζεται.

Ποιο κάτω υπάρχει η αποσαφηνίσει κάποιων βασικών όρων:

Hash: Ένα hash μπορεί να θεωρηθεί ως μια κρυπτογραφημένη έκδοση της αρχικής συμβολοσειράς από την οποία είναι αδύνατο να πας πίσω στην αρχική της έκδοση.

```
>>> print hashlib.sha1('hello world').hexdigest()  
2aae6c35c94fcb415dbe95f408b9ce91ee846ed
```

Σχήμα 1: Κρυπτογραφημένη έκδοχή της συμβολοσειράς “hello world”. Χρησιμοποιώντας το τρόπο κρυπτογράφησης sha1. [15]

Ψηφιακή υπογραφή: Κάθε χρήστης κατέχει δύο κλειδιά, το private key, το οποίο πρέπει να κρατά κρυφό και χρησιμοποιείται για την υπογραφή των συναλλαγών, αλλά και το public key, το οποίο μεταδίδεται σε όλο το σύστημα.

```
Bitcoin Address  
1E1144JY6R7TCmj3BGzjpfqf9EqP9vLKJm  
  
Private Key  
6JCG34xv2a040op1BfSwPicBNUNCuk9Ht1qWMgWoMJWJpownAAi  
  
Public Key  
0798694TR67C50Z680FVRD54SX9L833137Y30K70062CCEF18L5213I9R471P0107
```

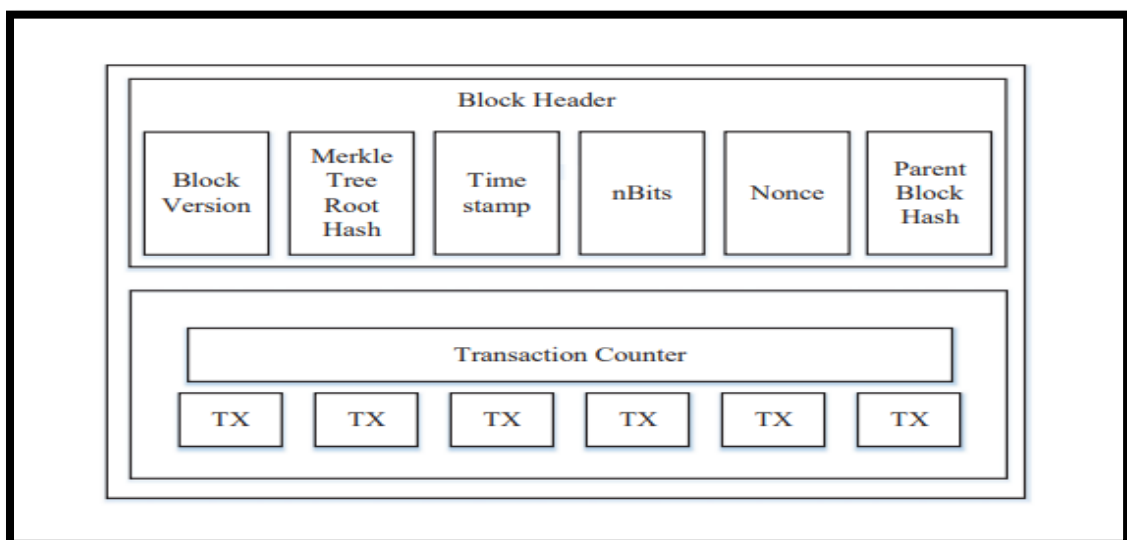
Σχήμα 2: Παράδειγμα από ένα Bitcoin Λογαριασμό. [18]

Συναλλαγή: Οι συναλλαγές είναι δεδομένα που περιέχουν στοιχεία σχετικά με την ίδια τη συναλλαγή όπως transaction ID, transaction fee και τις ψηφιακές υπογραφές των παραληπτών. Υπογράφονται, επίσης, ψηφιακά με τα credentials του αποστολέα για να μη μπορεί να αρνηθεί τη συμμετοχή του αργότερα.

```
{
  ....propeties,
  "data_hash": "babaf.....",
  "transactions": [
    {
      ...Object containing a timestamp and data
    }
  ]
}
```

Σχήμα 3: Κομμάτι ενός μπλοκ στο Blockchain. Το πεδίο "data_hash" είναι μια κρυπτογραφική αναπαράστασή του προηγούμενου μπλοκ. [23]

Block: Ένα μπλοκ αποτελείται από το block header και το block body. Το block header περιέχει -μεταξύ άλλων- το hash του ίδιου του μπλοκ, το hash του προηγούμενου μπλοκ αλλά και ένα timestamp. Το block body περιέχει έναν transaction counter που μετρά πόσες συναλλαγές υπάρχουν στο μπλοκ αλλά περιέχει και τις ίδιες τις συναλλαγές όπως περιεγραφήκαν πιο πάνω.

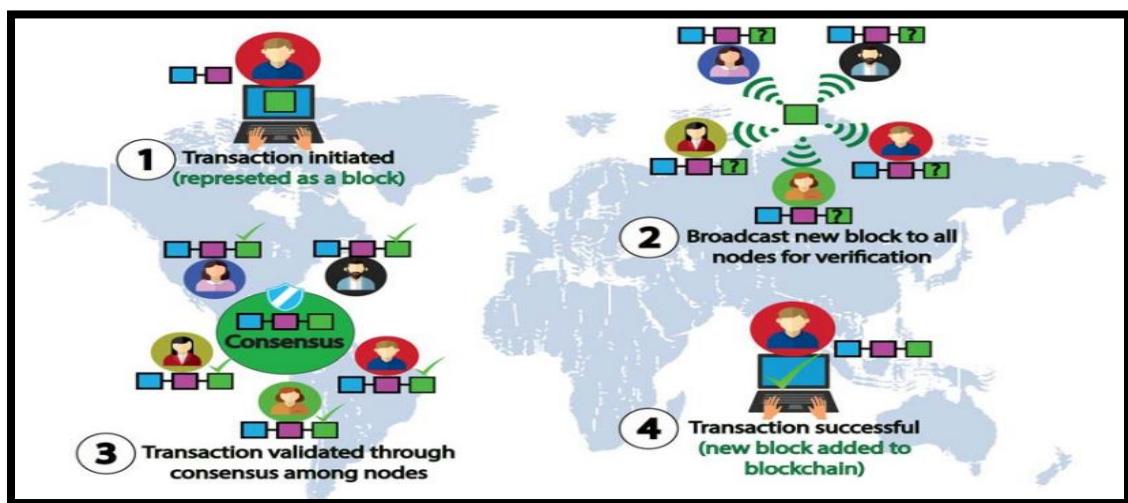


Σχήμα 4: Δομή ενός μπλοκ. [26]

Ακριβώς επειδή κάθε μπλοκ είναι ενωμένο με το προηγούμενο του, είναι αδύνατο να μπει κάποιο μπλοκ ενδιάμεσα του ιδίου και του προηγούμενου.

Όταν εισάγεται ένα νέο block στο blockchain, το υπολογισμένο hash μεταδίδεται σε ένα αριθμό από κόμβους. Επειδή όλοι γνωρίζουν το hash του προηγούμενου block, μπορούν να επαληθεύσουν ότι τα δεδομένα δεν έχουν υποστεί αλλαγές. Αυτή η διαδικασία διασφαλίζει ότι τα δεδομένα εντός του μπλοκ δεν έχουν παραβιαστεί ή τροποποιηθεί, καθώς τυχόν αλλαγές στα δεδομένα θα οδηγούσαν σε διαφορετική τιμή κατακερματισμού (hash).

Consensus Algorithm: Ο αλγόριθμος συναίνεσης, αποτελείται από ένα σύνολο κανόνων που διέπουν τον τρόπο με τον οποίο επιτυγχάνεται συμφωνία μεταξύ των κόμβων σε ένα blockchain δίκτυο. Αυτή η συμφωνία αφορά την προσθήκη νέων μπλοκ στο ledger.



Σχήμα 5: Τρόπος λειτουργίας του Blockchain και ειδικότερα του αλγόριθμου συναίνεσης. [4]

Κάποιοι αλγόριθμοι συναίνεσης μεταξύ άλλων είναι οι εξής:

- **PoW (Proof of work):**

- **Πως δουλεύει:** Κάθε κόμβος στο δίκτυο υπολογίζει ένα hash value του καινούργιου block. Ο αλγόριθμος απαιτεί το αποτέλεσμα να είναι μικρότερο ή ίσο από μια συγκεκριμένη τιμή. Ο πρώτος κόμβος που θα

φτάσει στη λύση, θα μεταδώσει το αποτέλεσμα σε όλους τους κόμβους, οι οποίοι θα πρέπει να επαληθεύσουν την ορθότητα του. Εάν είναι ορθό, τότε οι miners, θα προσθέσουν το καινούργιο μπλοκ στο blockchain τους. Miners (εξορύκτες) ονομάζονται οι κόμβοι που κάνουν τους υπολογισμούς, η διαδικασία ονομάζεται Mining (εξόρυξη).

- **Ανταμοιβή:** Ο πρώτος εξορύκτης που θα καταφέρει να λύσει το παζλ, θα ανταμειφθεί με τα καινούργια κρυπτονομίσματα και transaction fees.
- **Πρόβλημα:** Πολύ ενεργοβόρο με περιορισμούς στην επεκτασιμότητα.

- **PoS (Proof of Stake):**

- **Πως δουλεύει:** Το Proof-of-Stake (PoS) είναι μια πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση στο Proof-of-Work (PoW). Σε αντίθεση με την ενεργοβόρα διαδικασία εξόρυξης του PoW, το PoS βασίζεται στην ιδιοκτησία νομισμάτων για τα validation των συναλλαγών. Οι χρήστες με περισσότερα νομίσματα έχουν περισσότερες πιθανότητες να επιλεγούν για τη δημιουργία νέων μπλοκ.
- **Ανταμοιβή:** Οι χρήστες που θα επιλεγούν, θα ανταμειφθούν με τα καινούργια κρυπτονομίσματα και transaction fees.
- **Πρόβλημα:** Επειδή ο αλγόριθμος του PoS βασίζεται στην επιλογή εκείνων με τα περισσότερα κρυπτονομίσματα, αυτό οδηγεί σε μια πιο συγκεντρωτική δομή δικτύου όπου επωφελούνται κυρίως οι κάτοχοι μεγαλύτερων ποσοτήτων κρυπτονομισμάτων.

<i>Property</i>	<i>PoW</i>	<i>PoS</i>	<i>PBFT</i>	<i>DPOS</i>	<i>Ripple</i>	<i>Tendermint</i>
Node identity management	Open	Open	Permissioned	Open	Open	Permissioned
Energy saving	No	Partial	Yes	Partial	Yes	Yes
Tolerated power of adversary	< 25% computing power	< 51% stake	< 33.3% faulty replicas	< 51% validators	< 20% faulty nodes in UNL	< 33.3% byzantine voting power
Example	Bitcoin	Peercoin	Hyperledger Fabric	Bitshares	Ripple	Tendermint

Σχήμα 6: Σύγκριση διαφόρων αλγορίθμων συναίνεσης βάση πολλών χαρακτηριστικών. [25]

Smart Contracts: Ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι ουσιαστικά ένα πρόγραμμα που εκτελεί τους όρους μίας συναλλαγής. Για παράδειγμα, η Αλίκη θα πληρώσει τον ενοικιαστή της Bob εάν υπάρχουν τα λεφτά του ενοικίου στο λογαριασμό της. Εάν αυτή η συμφωνία μπει στο blockchain, θα τρέξει αυτόματα το έξυπνο συμβόλαιο, αρκεί οι προϋποθέσεις να πληρούνται.

Είδη Blockchain:

- **Public Blockchain Network:**

- **Χαρακτηριστικά:** Ο καθένας μπορεί να εγγραφεί και να συμμετάσχει. Οι συμμετέχοντες είναι πλήρως ανώνυμοι και άρα, πλήρως αναξιόπιστοι.
- **Παράδειγμα:** Bitcoin
- **Αρνητικά:** Απαιτείται σημαντική υπολογιστική ισχύ, ελάχιστο έως καθόλου απόρρητο για τις συναλλαγές, αδύναμη ασφάλεια.

- **Private Blockchain Network:**

- **Χαρακτηριστικά:** Μια κεντρική οντότητα κυβερνά το δίκτυο, ελέγχοντας ποιος επιτρέπεται να συμμετέχει.
- **Παράδειγμα:** Corda
- **Αρνητικά:** Πολύ πιο ευάλωτα από τα public networks επειδή υπάρχουν λιγότεροι κόμβοι ενωμένοι στο δίκτυο.

- **Permissioned blockchain networks:**

- **Χαρακτηριστικά:** Είτε public είτε private blockchain networks με την ιδιότητα να θέτουν περιορισμούς σχετικά με το ποιος επιτρέπεται να συμμετέχει στο δίκτυο.
- **Παράδειγμα:** Ripple, Hyperledger Fabric
- **Αρνητικά:** Πολύ πιο ευάλωτα από τα permissionless δίκτυα επειδή υπάρχουν λιγότεροι κόμβοι ενωμένοι στο δίκτυο.

4.2 Hyperledger Fabric

Έχοντας αναλύσει τα πιο βασικά σημεία της τεχνολογίας Blockchain, μπορούμε τώρα να εξερευνήσουμε ειδικότερα το κόσμο του Hyperledger Fabric. Το Hyperledger Fabric αποτελεί ένα Open Source Permissioned Blockchain framework, το οποίο φιλοξενείται από τη Linux, ενσωματώνοντας όλα τα χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν.

Το ακόλουθο απόσπασμα κώδικα παρουσιάζει τη διαδικασία εισαγωγής νέων μελών στο Fabric του CryptoArchive. Συγκεκριμένα, γίνεται έλεγχος ότι ο admin υπάρχει στο πορτοφόλι για να διασφαλίσει την εξουσιοδότηση για λειτουργίες εγγραφής. Εάν η ταυτότητα του admin υπάρχει, δημιουργεί ένα αντικείμενο χρήστη που αντιπροσωπεύει τον ίδιο και το χρησιμοποιεί για να αλληλεπιδράσει με την Αρχή έκδοσης πιστοποιητικών (CA) για την εγγραφή του νέου χρήστη. Αυτή η διαδικασία παρέχει εγγενώς στον νέο χρήστη τα απαραίτητα δικαιώματα πρόσβασης στο δίκτυο. Μετά την επιτυχή εγγραφή, η ταυτότητα του χρήστη δημιουργείται και εισάγεται στο πορτοφόλι, επιτρέποντας του να ελέγχει την ταυτότητα και να συμμετέχει σε συναλλαγές δικτύου.

Η διαδικασία είναι τέτοια όπου για να μπορέσει ένα νέο μέλος να εισαχθεί στο δίκτυο, χρειάζεται τη «συγκατάθεση» του admin. Αυτό γιατί, το Hyperledger Fabric όπως και αναφέρθηκε, είναι permissioned network.

```
Wallet wallet = Wallets.newFileSystemWallet(Paths.get("wallet"));

// Check to see if we've already enrolled the user.
if (wallet.get("appUser") != null) {
    System.out.println("An identity for the user \"appUser\" already exists in the wallet");
    return;
}

X509Identity adminIdentity = (X509Identity)wallet.get("admin");
if (adminIdentity == null) {
    System.out.println("\"admin\" needs to be enrolled and added to the wallet first");
    return;
}
```

Σχήμα 7: Απόσπασμα από το CryptoArchive για καταχώρηση νέας ταυτότητας στο Hyperledger Fabric

Παράλληλα, το Fabric διαθέτει μια εξαιρετικά modular και διαμορφώσιμη αρχιτεκτονική, που επιτρέπει τον εξατομικευμένο σχεδιασμό για διάφορες βιομηχανίες.

Επίσης, αντίθετα με τις υπόλοιπες πλατφόρμες, υποστηρίζει έξυπνα συμβόλαια γραμμένα σε γλώσσες προγραμματισμού όπως Java, Go, Node.js και Typescript, εξαλείφοντας την ανάγκη οι προγραμματιστές να μάθουν νέες γλώσσες ειδικού τομέα.

Ακολουθεί ένα απόσπασμα από το έξυπνο συμβόλαιο που τροφοδοτεί το CryptoArchive. Ο συγκεκριμένος κώδικας εισάγει στο Hyperledger Fabric τα πέντε κρυπτονομίσματα με την υψηλότερη ημερήσια άνοδο.

Η λεπτομερής τεχνική λειτουργία του Smart contract θα παρουσιαστεί εκτενέστερα στο επόμενο τμήμα, που εστιάζει στο Data Layer.

```
@Transaction()
public async InsertTopCrypto(ctx: Context, symbols: string, prices: string, images: string): Promise<void> {
    let currentDate = new Date();
    currentDate.setHours(currentDate.getHours() + 2);

    let year: string = currentDate.getFullYear().toString();
    let month: string = (currentDate.getMonth() + 1)
        .toString()
        .padStart(2, "0");
    let day: string = currentDate.getDate().toString().padStart(2, "0");

    let formattedDate: string = `${year}-${month}-${day}`;

    const asset: TopGainersCryptoTable = {
        Symbols: symbols,
        Image_Urls: images,
        Prices: prices,
        Timestamp: currentDate.toLocaleString(),
    };

    await ctx.stub.putState(
        `TopGainersCryptoKey:${formattedDate}`,
        Buffer.from(stringify(sortKeysRecursive(asset)))
    );
}
```

Σχήμα 8: Απόσπασμα από το CryptoArchive για εισαγωγή των «πιο κερδισμένων» στο CryptoArchive

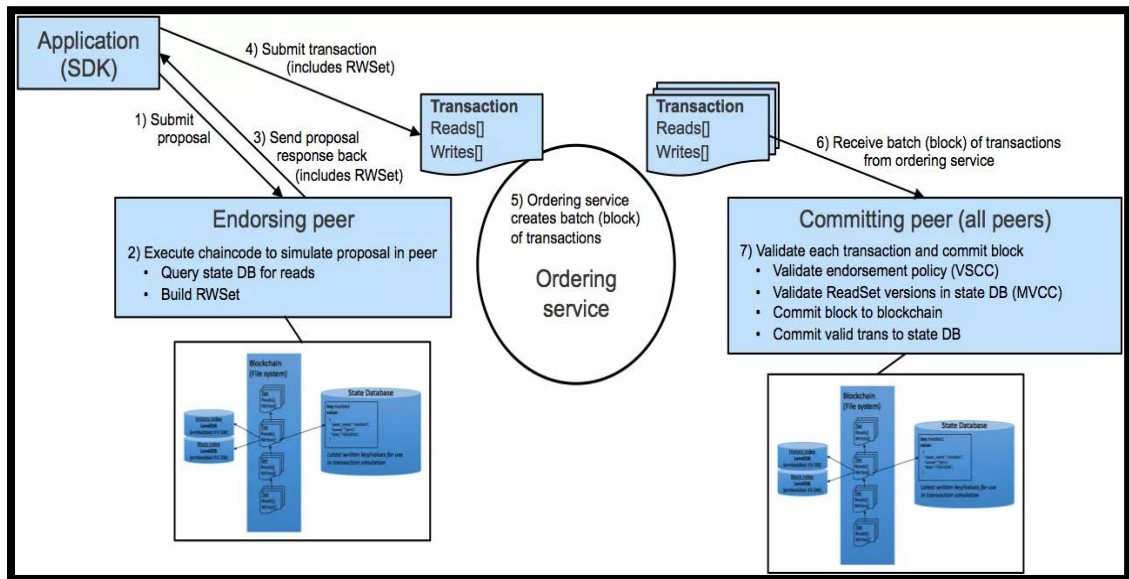
Ένα άλλο βασικό διαφοροποιητικό στοιχείο είναι η υποστήριξη του για συνδεδεμένα πρωτόκολλα συναίνεσης (consensus algorithms). Αυτά τα πρωτόκολλα επιτρέπουν τον

εξατομικευμένο σχεδιασμό βάσει συγκεκριμένων περιπτώσεων χρήσης και μοντέλων εμπιστοσύνης. Δηλαδή, για κάποιες περιπτώσεις ο αλγόριθμος συναίνεσης crash fault-tolerant (CFT) μπορεί να είναι ιδανικός, αλλά για άλλες, ο byzantine fault-tolerant (BFT) μπορεί να είναι καλύτερος.

Ο συνδυασμός αυτών των χαρακτηριστικών κάνει το Hyperledger Fabric μια πλατφόρμα υψηλών επιδόσεων με γρήγορη επεξεργασία συναλλαγών και λιγότερο latency. Επίσης, διασφαλίζει την εμπιστευτικότητα των συναλλαγών και των έξυπνων συμβολαίων (που ονομάζονται chaincode στο Fabric) που τις εκτελούν. Αυτά τα διαφοροποιητικά χαρακτηριστικά είναι που καθιστούν το Hyperledger Fabric μια ελκυστική επιλογή για διάφορες εφαρμογές blockchain.

Το Hyperledger Fabric ξεχωρίζει στον κόσμο του blockchain χάρη στην έξυπνα σχεδιασμένη modular αρχιτεκτονική του. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στις επιχειρήσεις να προσαρμόζουν την πλατφόρμα στις συγκεκριμένες ανάγκες τους. Φανταστείτε το Hyperledger Fabric ως ένα εργαλείο, όπου διάφορα στοιχεία μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν και να προστεθούν. Συγκεκριμένα, το Hyperledger Fabric χωρίζει την διαδικασία των συναλλαγών σε τρία στάδια: έξυπνα συμβόλαια, transaction ordering, και transaction commitment.

Στο πιο κάτω σχήμα, αναλύεται ένα παράδειγμα για το πως δουλεύει η διαδικασία transaction ordering και transaction validation / commitment που αναφέρθηκε πιο πριν. Συγκεκριμένα, ο κάθε συμμετέχοντας στο δίκτυο του Fabric είναι Endorser, Orderer ή Committer. Οι Endorsers, όπως φαίνεται και στο σχήμα, είναι υπεύθυνοι στο να προσομοιάσουν τη συναλλαγή εκτελώντας το chaincode, επικυρώνοντας τα αποτελέσματα και στέλνοντας τα πίσω στον client. Έπειτα, ο client στέλνει την επικύρωση στους Orderers, οι οποίοι χωρίζουν τις συναλλαγές βάσει του αλγόριθμου συναίνεσης τους και τις βάζουν σε μπλοκς. Τέλος, οι Committers σημαδεύουν τις συναλλαγές σαν έγκυρες και τις δεσμεύουν (commit) στο τοπικό τους ledger.



Σχήμα 9: Διαδικασία εισαγωγής νέου μπλοκ στο ledger [24]

Κεφάλαιο 5

Data Layer

5.1 Data Collection Process	38
5.2 ER Diagram	44

Αυτό το κεφάλαιο θα διερευνήσει το τρόπο με τον οποίο το CryptoArchive συγκεντρώνει δεδομένα κρυπτονομισμάτων. Θα δούμε πώς συλλαμβάνει πληροφορίες από διάφορες πηγές, όπως το BinanceAPI, και τις οργανώνει όλες για ανάλυση. Αυτά τα δεδομένα καλύπτουν πράγματα όπως τρέχουσες και ιστορικές τιμές για διαφορετικά κρυπτονομίσματα και γενικές τάσεις της αγοράς.

Μέσω αυτών των APIs, γίνεται πρόσβαση σε μια ποικιλία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ιστορικού που εκτείνεται σε πολλαπλά κρυπτονομίσματα και μετρήσεις αγοράς, θέτοντας τα θεμέλια για επακόλουθη ανάλυση.

Στο τέλος, θα παρουσιαστεί ένα διάγραμμα οντοτήτων-σχέσεων (ERD) για να απεικονίσει τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων που εμπλέκονται στη διαδικασία.

5.1 Data Collection Process

Η διαδικασία συλλογής δεδομένων όσον αφορά την ανάλυση κρυπτονομισμάτων, περιλαμβάνει τη συλλογή, οργάνωση και ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές για να παρέχει μια ολοκληρωμένη άποψη της αγοράς κρυπτονομισμάτων.

Στον πυρήνα αυτής της διαδικασίας βρίσκεται η χρήση των APIs, τα οποία χρησιμεύουν για την πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και ιστορικά

απαραίτητα για τη διεξαγωγή της εις βάθος ανάλυσης και της ανάπτυξης μοντέλων πρόβλεψης τις οποίες παρέχει το CryptoArchive.

Τα ιστορικά δεδομένα τιμών, που ανακτώνται από τα APIs όπως το Yahoo Finance, αποτελούν το θεμέλιο της τεχνικής ανάλυσης. Η ανάλυση δεδομένων OHLC (Open, High, Low, Close) και κινήσεων τιμών σε διάφορα χρονικά πλαίσια επιτρέπει στο CryptoArchive τη μετατροπή τους σε πολύτιμες πληροφορίες για τη δημιουργία γραφημάτων, τα οποία θα επιτρέψουν στους ενδιαφερόμενους να πάρουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Στο πιο κάτω κώδικα, μπορούμε να δούμε το τρόπο με τον οποίο το CryptoArchive λαμβάνει τα δεδομένα OHLC από το Yahoo Finance και τα αποθηκεύει στο Hyperledger Fabric.

```
for symbol in symbols:
    symbol = symbol + '-USD'

    crypto = yf.Ticker(symbol)

    for i in range(years):
        start_date = datetime(current_year - i - 1, 1, 1)
        end_date = datetime(current_year - i, 1, 1)

        data = crypto.history(start=start_date, end=end_date)
        data.index = data.index.date

        extracted_data = data[['Open', 'Close', 'High', 'Low']]

        crypto_list = []
        for date, row in extracted_data.iterrows():
            crypto_dict = {
                "Date": escape_json(str(date)),
                "Open": row['Open'],
                "Close": row['Close'],
                "High": row['High'],
                "Low": row['Low']
            }
            crypto_list.append(crypto_dict)

        json_string = json.dumps(json.dumps(crypto_list))
```

Σχήμα 1: Παίρνοντας δεδομένα OHLC από το Yahoo Finance API.

Συγκεκριμένα, για κάθε κρυπτονόμισμα στο CryptoArchive, καλείται το endpoint "history" του Yahoo Finance API για μια χρονική περίοδο. Στη συνέχεια, από την πιο πάνω μέθοδο λαμβάνονται τα στοιχεία Open, High, Low και Close, τα οποία μετατρέπονται στη μορφή που απαιτεί η δική μας βάση δεδομένων.

Εκτός από τα ιστορικά δεδομένα τιμών, βασικές πληροφορίες για τα κρυπτονομίσματα συλλέγονται από πηγές όπως το CoinPaprika. Αυτό περιλαμβάνει βασικές λεπτομέρειες όπως whitepapers, περιγραφές των κρυπτονομισμάτων, ημερομηνίες κυκλοφορίας και proof types. Αυτά τα θεμελιώδη δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για τη διεξαγωγή αναλύσεων και την αξιολόγηση των μακροπρόθεσμων δυνατοτήτων των κρυπτονομισμάτων στην αγορά.

Στο σχήμα πιο κάτω μπορούμε να δούμε το κώδικα ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη διαδικασία που αναφέρθηκε.

```
def get_cryptos():
    url = "https://api.coinpaprika.com/v1/coins"
    crypto_details = []

    try:
        response = requests.get(url)
        cryptos = response.json()

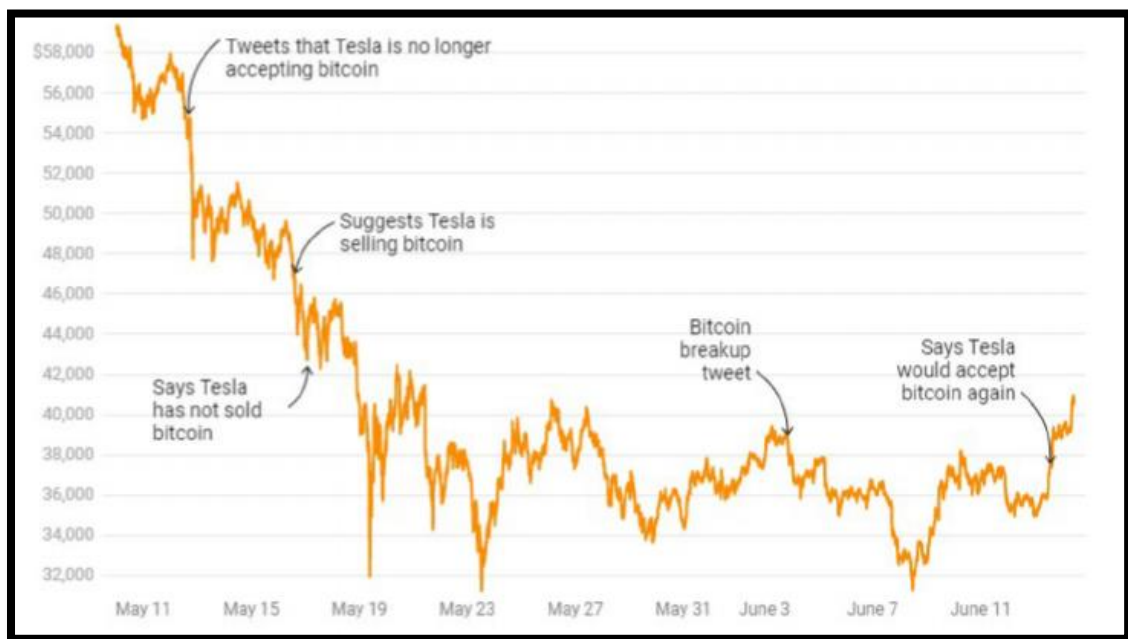
    for crypto in cryptos:
        crypto_id = crypto['id']
        crypto_url = f"https://api.coinpaprika.com/v1/coins/{crypto_id}"
        crypto_data = requests.get(crypto_url).json()

        description = crypto_data.get('description', '').replace('\n', '').replace('\"', '')
        explorer_url = crypto_data['links'].get('explorer', [''])[0]
        website = crypto_data['links'].get('website', [''])[0]
        whitepaper_pdf = crypto_data['whitepaper'].get('link', '')

        crypto_details.append({
            'id': crypto_data.get('id', ''),
            'symbol': crypto_data.get('symbol', ''),
            'name': crypto_data.get('name', ''),
            'rank': crypto_data.get('rank', ''),
            'logo': str(get_icon_url(crypto_data.get('symbol', ''))),
            'description': description,
            'started_at': crypto_data.get('started_at', ''),
            'proof_type': crypto_data.get('proof_type', ''),
            'explorer_url': explorer_url,
            'website': website,
            'whitepaper_pdf': whitepaper_pdf,
        })
```

Σχήμα 2: Παίρνοντας πληροφορίες για τα κρυπτονομίσματα από το CoinPaprika API.

Επιπλέον, η ανάλυση συναισθημάτων (Sentiment Analysis) διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην κατανόηση του κλίματος της αγοράς κρυπτονομισμάτων και της συμπεριφοράς των επενδυτών. Αυτό είναι εμφανές στο πιο κάτω σχήμα, όπου οι διακυμάνσεις στην τιμή του Bitcoin αποδίδονται σε επενδυτικές ενέργειες που υποκινούνται από τις δηλώσεις δημοσίων προσώπων.



Σχήμα 3: Tweets του Elon Musk και τιμή κίνησης Bitcoin [9]

Για το σκοπό αυτό, το CryptoArchive αξιοποιεί APIs όπως το NewsAPI. Αυτή η υπηρεσία παρέχει πρόσβαση σε ένα τεράστιο αποθετήριο ειδήσεων που σχετίζονται με κρυπτονομίσματα. Τα δεδομένα αυτά τροφοδοτούν προηγμένα μοντέλα ανάλυσης συναισθημάτων που έχει στη χρήση του το CryptoArchive. Αυτά τα μοντέλα κατηγοριοποιούν τα άρθρα σε κατηγορίες θετικού συναισθήματος (που υποδηλώνουν πιθανή αύξηση τιμών), αρνητικού συναισθήματος και ουδέτερου συναισθήματος. Με αυτόν τον τρόπο, το CryptoArchive αποκτά μια πιο εμπεριστατωμένη εικόνα της γενικής αισιοδοξίας ή απαισιοδοξίας της αγοράς προς συγκεκριμένα κρυπτονομίσματα. Αυτή η πληροφορία, σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα που συλλέγει το CryptoArchive, συμβάλλει στον εντοπισμό αναδυόμενων τάσεων, πιθανών καταλυτών που μπορεί να επηρεάσουν τη δυναμική της αγοράς και εν τέλει στη λήψη πιο ενημερωμένων αποφάσεων.

Πιο κάτω βρίσκεται ο κώδικας που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή ειδήσεων από το NewsAPI. Αυτός ο κώδικας θα δείξει πώς το CryptoArchive συγκεντρώνει τις πρώτες ύλες που χρειάζεται για να τροφοδοτήσει τη μηχανή ανάλυσης συναισθημάτων του, η οποία θα συζητηθεί στο επόμενο κεφάλαιο (Visualization Layer).

```
for symbol in symbols:
    params = {
        'q': '+' + symbol,
        'language': 'en',
        'sortBy': 'publishedAt',
        'apiKey': api_key,
    }

    response = requests.get(url, params=params)

    if response.status_code == 200:
        articles_data = response.json()
        articles = articles_data.get('articles', [])

        news_list = []

        for article in articles:
            news_dict = {
                "Symbol": symbol,
                "Title": escape_json(article.get('title', '')),
                "Image": escape_json(article.get('urlToImage', '')),
                "Link": escape_json(article.get('url', '')),
                "Date": escape_json(article.get('publishedAt', '')),
                "Description": escape_json(article.get('description', '')),
            }
            news_list.append(news_dict)

        json_string = json.dumps(json.dumps(news_list))
```

Σχήμα 4: Παίρνοντας ειδησεογραφικά δεδομένα από το NewsAPI

Η παρακολούθηση των εκδηλώσεων αποτελεί άλλη μια ουσιαστική πτυχή της διαδικασίας συλλογής δεδομένων στο χώρο των κρυπτονομισμάτων. Δεν αρκεί απλά να αναλύουμε ιστορικά δεδομένα τιμών ή να κατανοούμε το γενικό κλίμα της αγοράς. Για να αποκτήσουν ένα πλήρες πλεονέκτημα, οι επενδυτές πρέπει επίσης να παρακολουθούν προσεκτικά τις επερχόμενες εκδηλώσεις που σχετίζονται με τα κρυπτονομίσματα. Αυτές οι εκδηλώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν σημαντικές ανακοινώσεις έργων, όπως κυκλοφορίες νέων προϊόντων.

Για να ανταποκριθούν σε αυτή την ανάγκη, διάφορα API, όπως το CoinMarketCal, παρέχουν πληροφορίες για επερχόμενες εκδηλώσεις. Αυτή η έγκαιρη πρόσβαση σε δεδομένα συμβάντων σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στους ενδιαφερόμενους να

προβλέψουν πιθανές αλλαγές στην αγορά και να προσαρμόσουν ανάλογα τις στρατηγικές τους. Επιπλέον, η δυνατότητα να ενημερώνονται για σημαντικές εξελίξεις καθώς συμβαίνουν διασφαλίζει ότι οι επενδυτές δεν χάνουν ευκαιρίες ή δεν αιφνιδιάζονται από αρνητικές ειδήσεις. Συνολικά, η παρακολούθηση των εκδηλώσεων αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για την έγκαιρη ανάλυση και λήψη αποφάσεων στο δυναμικό και συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο των κρυπτονομισμάτων.

Επιπλέον, πληροφορίες για τα κρυπτονομίσματα με την μεγαλύτερη αύξηση (Top Gainers) ενισχύουν τη διαδικασία συλλογής δεδομένων παρέχοντας πρόσθετο πλαίσιο και πληροφορίες. APIs όπως το CoinRanking προσφέρουν πρόσβαση σε τέτοιες πληροφορίες, επιτρέποντας στους ενδιαφερόμενους να δουν τα κρυπτονομίσματα τα οποία είχαν την μεγαλύτερη αύξηση, και στη συνέχεια να τα εξερευνήσουν περισσότερο. Συγκεκριμένα, το CryptoArchive παρουσιάζει τους πρώτους πέντε κερδισμένους.

```
try:
    response = requests.get(url)
    data = response.json()
    command = ""
    coin_symbols = ""
    coin_changes = ""
    coin_icon_urls = ""

    if data['status'] == 'success':
        coins = data['data']['coins']
        for i in range(5):
            coin = coins[i]

            symbol = coin['symbol']
            change = coin['change']
            icon_url = coin['iconUrl']
```

Σχήμα 5: Κώδικας για τους Top Gainers

Συμπερασματικά, η διαδικασία συλλογής δεδομένων στο πλαίσιο ανάλυσης κρυπτονομισμάτων είναι μια πολύπλευρη προσπάθεια που βασίζεται στην ενοποίηση διαφόρων APIs και πηγών δεδομένων.

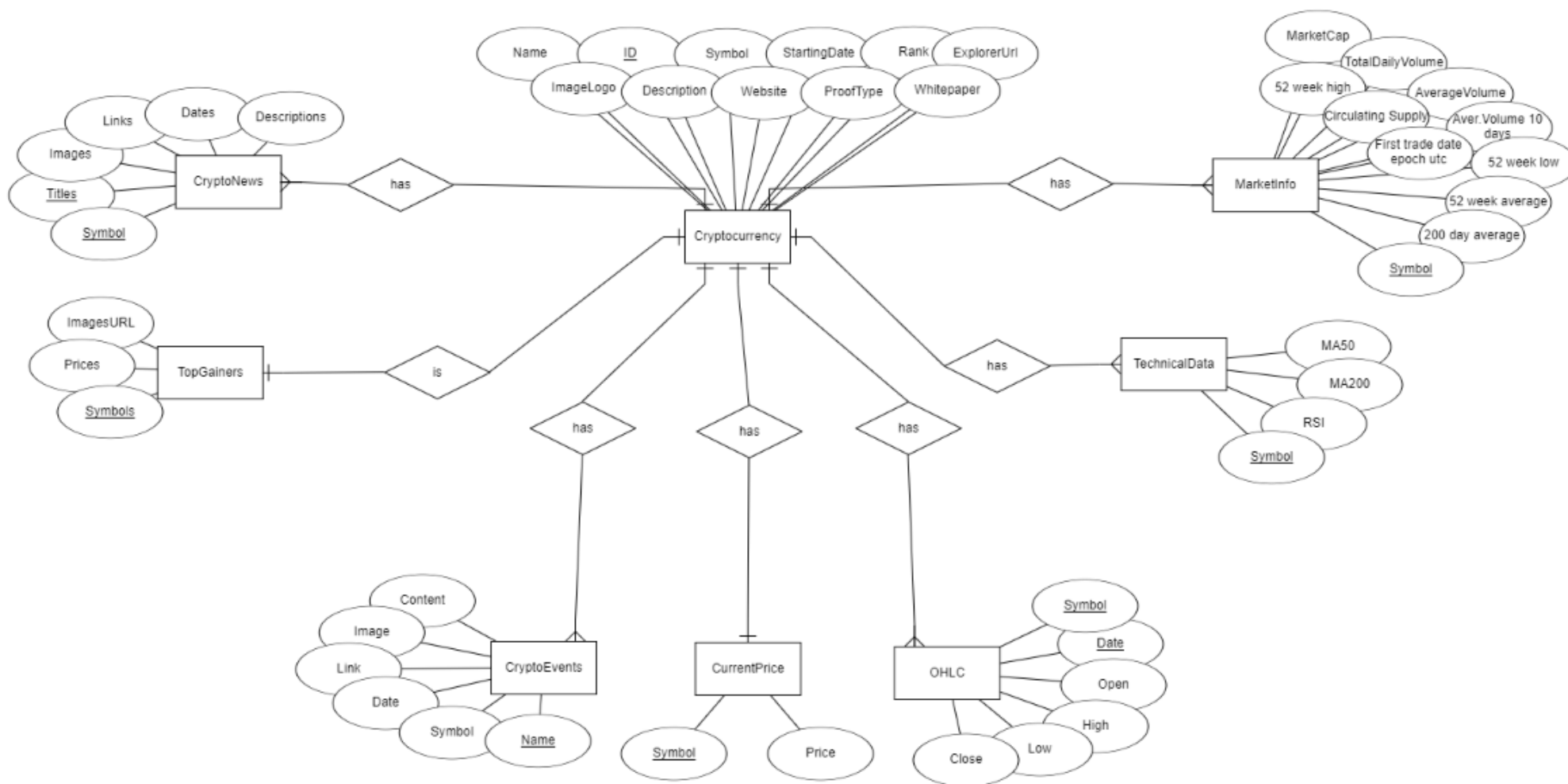
Συγκεντρώνοντας ιστορικά δεδομένα τιμών, πληροφορίες, παρακολούθηση γεγονότων και οπτικά στοιχεία, οι επενδυτές, μέσω του CryptoArchive, μπορούν να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση της αγοράς κρυπτονομισμάτων και να αντλήσουν χρήσιμες πληροφορίες για την ενημέρωση των στρατηγικών συναλλαγών και των επενδυτικών τους αποφάσεων.

5.2 ER Diagram

Έχοντας εξερευνήσει τις διαφορετικές πηγές δεδομένων και τις μεθόδους συλλογής που χρησιμοποιεί το CryptoArchive, μπορούμε τώρα να αναλύσουμε τις σχέσεις μεταξύ αυτών των σημείων δεδομένων μέσω ενός Διαγράμματος Σχέσεων Οντότητας (ERD).

Αυτό το διάγραμμα χρησιμεύει ως προσχέδιο για τη δομή της βάσης δεδομένων, αντιπροσωπεύοντας τις οντότητες και τις συνδέσεις τους μέσα στο CryptoArchive. Αναλύοντας το διάγραμμα ER, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο πληροφορίες, όπως αυτές που προαναφέραμε, οργανώνονται και διασυνδέονται μέσα στο σύστημα CryptoArchive.

Αυτό θα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο το CryptoArchive διαχειρίζεται και χρησιμοποιεί την ολοκληρωμένη συλλογή δεδομένων του για να τροφοδοτήσει τις ικανότητες του όσον αφορά την ανάλυση και τη λήψη αποφάσεων.



Σχήμα 6: ER Diagram

Με το πιο πάνω Entity-Relationship (ER) διάγραμμα μπορούμε να καταλάβουμε την οργανωτική δομή και τις διασυνδέσεις μεταξύ των οντοτήτων του CryptoArchive.

Κάθε οντότητα λειτουργεί ως ξεχωριστό αρχείο δεδομένων, αποθηκεύοντας χαρακτηριστικά που είναι κρίσιμα για εύστοχη λήψη αποφάσεων.

Για να κατανοήσουμε πλήρως τη δύναμη του CryptoArchive, ας διευκρινίσουμε το νόημα, τη λειτουργία και τις συσχετίσεις κάθε οντότητας:

- **Cryptocurrency:** Αυτή η οντότητα αποθηκεύει όλες τις βασικές πληροφορίες σχετικά με τα κρυπτονομίσματα, συμπεριλαμβανομένου του μοναδικού αναγνωριστικού (ID), του ονόματος, του συμβόλου και διαφόρων περιγραφικών χαρακτηριστικών. Αυτός ο πίνακας λειτουργεί ως το πρωταρχικό σημείο αναφοράς για άλλους σχετικούς πίνακες μέσω της χρήσης ξένων κλειδιών.
- **Top Gainers:** Αυτή η οντότητα επικεντρώνεται σε κρυπτονομίσματα που παρουσιάζουν σημαντικές αυξήσεις τιμών. Ο πίνακας TopGainers παραπέμπει με τη χρήση foreign key στον πίνακα Cryptocurrency μέσω της στήλης Symbols, δημιουργώντας μια άμεση σχέση που επιτρέπει τη συσχέτιση των κορυφαίων κρυπτονομισμάτων με τα αντίστοιχα δεδομένα.
- **Market Info:** Αυτή η οντότητα αποθηκεύει διάφορες μετρήσεις σχετικά με την απόδοση των κρυπτονομισμάτων. Ο πίνακας MarketInfo αναφέρεται στον πίνακα Cryptocurrency μέσω της στήλης Symbol. Αυτή η σχέση διασφαλίζει ότι κάθε καταχώρηση δεδομένων αγοράς συνδέεται με ακρίβεια με το αντίστοιχο κρυπτονόμισμα, διευκολύνοντας την ολοκληρωμένη ανάλυση της αγοράς.
- **OHLC:** Συντομογραφία για το Open-High-Low-Close, αυτή η οντότητα αποθηκεύει ιστορικά δεδομένα τιμών για κρυπτονομίσματα, επιτρέποντας στο CryptoArchive να παράξει τα διάφορα γραμμικά διαγράμματα. Χρησιμοποιεί ένα σύνθετο πρωτεύον κλειδί (Symbol, Date) για τη μοναδική ταυτοποίηση κάθε εγγραφής. Η στήλη Symbol χρησιμεύει ως ξένο κλειδί, συνδέοντας κάθε

εγγραφή OHLC με τον πίνακα Cryptocurrency, διατηρώντας έτσι την ακεραιότητα των ιστορικών δεδομένων συναλλαγών.

- **Current Price:** Αυτή η οντότητα παρακολουθεί τις τρέχουσες τιμές σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στους επενδυτές ενημερωμένες πληροφορίες για τις κινήσεις της αγοράς. Η στήλη Symbol λειτουργεί τόσο ως πρωτεύον κλειδί όσο και ως ξένο κλειδί που παραπέμπει στον πίνακα Cryptocurrency.
- **Technical Data:** Αυτή η οντότητα αποθηκεύει διάφορους τεχνικούς δείκτες όπως κινητούς μέσους όρους και RSI, οι οποίοι βοηθούν τους επενδυτές να αξιολογούν την απόδοση των κρυπτονομισμάτων ακόμη καλύτερα. Η στήλη Symbol, που λειτουργεί ως ξένο κλειδί, συνδέει αυτά τα τεχνικά δεδομένα με τον πίνακα Cryptocurrency, επιτρέποντας την εις βάθος τεχνική ανάλυση.
- **News:** Αυτή η οντότητα αποτυπώνει άρθρα ειδήσεων και ενημερώσεις σχετικά με κρυπτονομίσματα, παρέχοντας πολύτιμο πλαίσιο για ανάλυση αγοράς. Συγκεκριμένα, η οντότητα αποθηκεύει τα ειδησεολογικά άρθρα τα οποία χρησιμοποιούνται για περαιτέρω ανάλυση της αγοράς. Κάθε είδηση αναγνωρίζεται μοναδικά από έναν συνδυασμό Symbol, Title και Date.
- **Events:** Αυτή η οντότητα εστιάζει σε σημαντικά γεγονότα στον κόσμο των κρυπτονομισμάτων, όπως νέες καταχωρίσεις, συνεργασίες και αλλαγές στους κανονισμούς. Κάθε γεγονός συνδέεται με τον πίνακα Cryptocurrency μέσω της στήλης Symbol.

Κεφάλαιο 6

Visualization Layer

6.1 Αρχιτεκτονική REST	48
6.2 General User Interface	49
6.2.1 Top Gainers	50
6.2.2 Crypto Events	51
6.2.3 Crypto Info	52
6.2.4 Dashboard	53
6.3 Candlestick Price Chart	55
6.4 RSI & Moving Averages	58
6.5 Coin Similarity	60
6.6 MACD	61
6.7 Bollinger Bands	63
6.8 Stochastic Oscillator	64

Αυτό το κεφάλαιο εξερευνά το επίπεδο οπτικοποίησης του CryptoArchive, αποκαλύπτοντας τους αλγόριθμους που τροφοδοτούν τα γραφικά, τις προβλέψεις τιμών, την ανάλυση συναισθημάτων και την αναγνώριση προτύπων.

6.1 Αρχιτεκτονική REST

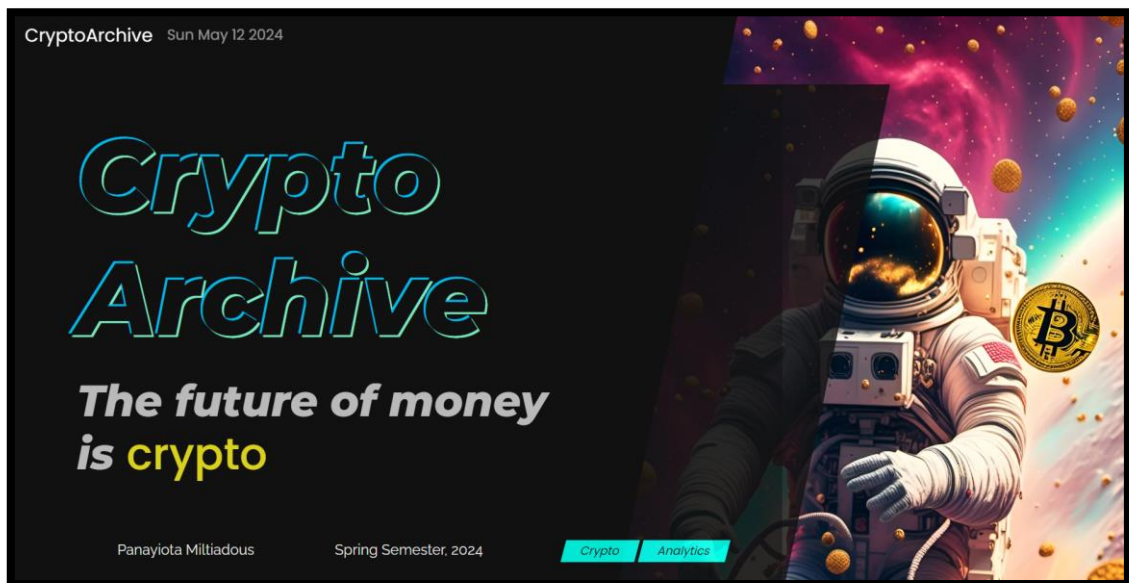
Το REST (Representational State Transfer) αποτελεί μια ευρέως διαδεδομένη αρχιτεκτονική Πελάτη-Διακομιστή (Client-Server) στον σύγχρονο ιστό εφαρμογών.

Σε ένα RESTful API (δηλ. ενός API που ακολουθεί τις προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής REST), οι πελάτες αλληλοεπιδρούν με τον διακομιστή μέσω αιτημάτων, χρησιμοποιώντας τυπικές μεθόδους HTTP (GET, POST, PUT, DELETE)

για την εκτέλεση λειτουργιών CRUD (Δημιουργία, Ανάγνωση, Ενημέρωση, Διαγραφή). Ειδικότερα, ο πελάτης αποστέλλει ένα αίτημα στον διακομιστή, ο οποίος το επεξεργάζεται και επιστρέφει την αντίστοιχη απάντηση. Και οι δύο διαδικασίες υλοποιούνται μέσω του πρωτοκόλλου HTTP.

Στο CryptoArchive, η ανάπτυξη του backend πραγματοποιήθηκε με Python και το FastAPI, ενώ το Jinja2 χρησιμοποιήθηκε για την παραμετροποίηση των HTML σελίδων. Αυτός ο συνδυασμός εργαλείων επέτρεψε τη δημιουργία μιας RESTful web εφαρμογής που ακολουθεί τις αρχές του αρχιτεκτονικού στυλ REST. Η συγκεκριμένη επιλογή εξασφαλίζει ότι το CryptoArchive συμμορφώνεται με τα σύγχρονα πρότυπα ανάπτυξης web applications, παρέχοντας μια κλιμακώσιμη και εύκολα διατηρήσιμη λύση για την αλληλεπίδραση μαζί του από οποιαδήποτε συσκευή.

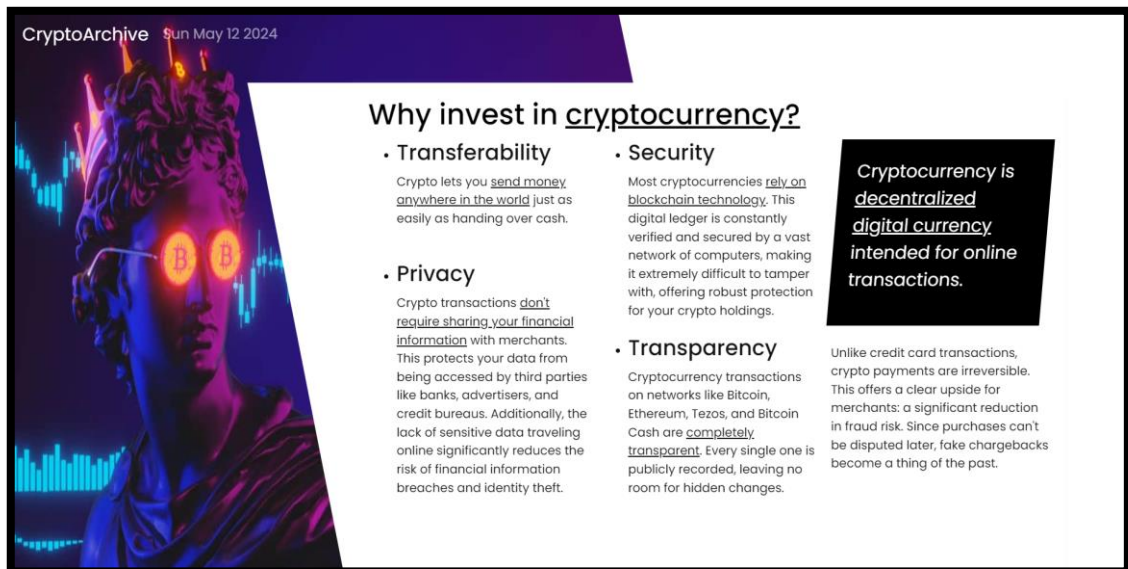
6.2 General User Interface



Σχήμα 1: Αρχική σελίδα του CryptoArchive

Με τόσες πολλές πληροφορίες διαθέσιμες στο διαδίκτυο στις μέρες μας, ο τρόπος σχεδιασμού ενός ιστότοπου (διεπαφή χρήστη ή UI) είναι πολύ σημαντικός για την εμπειρία του χρήστη. Εάν ένα UI είναι καλά σχεδιασμένο, μπορεί να κάνει ακόμη και πολύπλοκα πράγματα εύκολα και ευχάριστα στη χρήση. Από την άλλη πλευρά, ένα κακό UI μπορεί να κάνει τους ανθρώπους να απογοητευτούν και να μην θέλουν να

χρησιμοποιήσουν τον ιστότοπο. Σε αυτό το κεφάλαιο θα εξεταστεί προσεκτικά το UI του CryptoArchive.



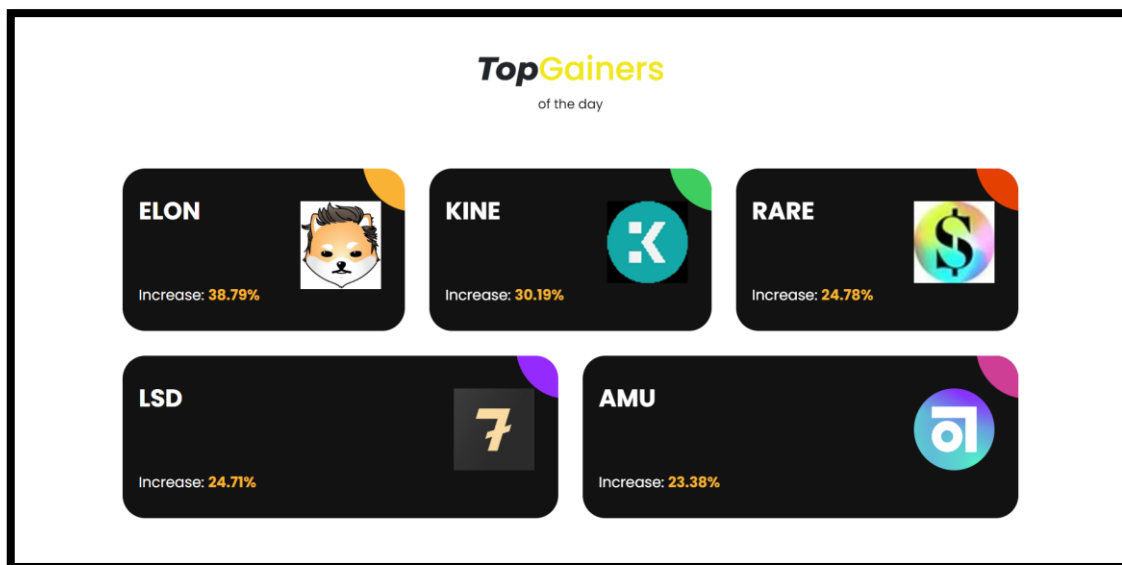
Σχήμα 2: Λόγοι επενδύσεις στα κρυπτονομίσματα (Απόσπασμα από CryptoArchive)

6.2.1 Top Gainers

Η ενότητα «Top Gainers» στο CryptoArchive λειτουργεί ως παράθυρο στην συνεχώς μεταβαλλόμενη αγορά κρυπτονομισμάτων. Αυτή η λειτουργία αναδεικνύει τα ψηφιακά νομίσματα που έχουν βιώσει τις σημαντικότερες αυξήσεις τιμών.

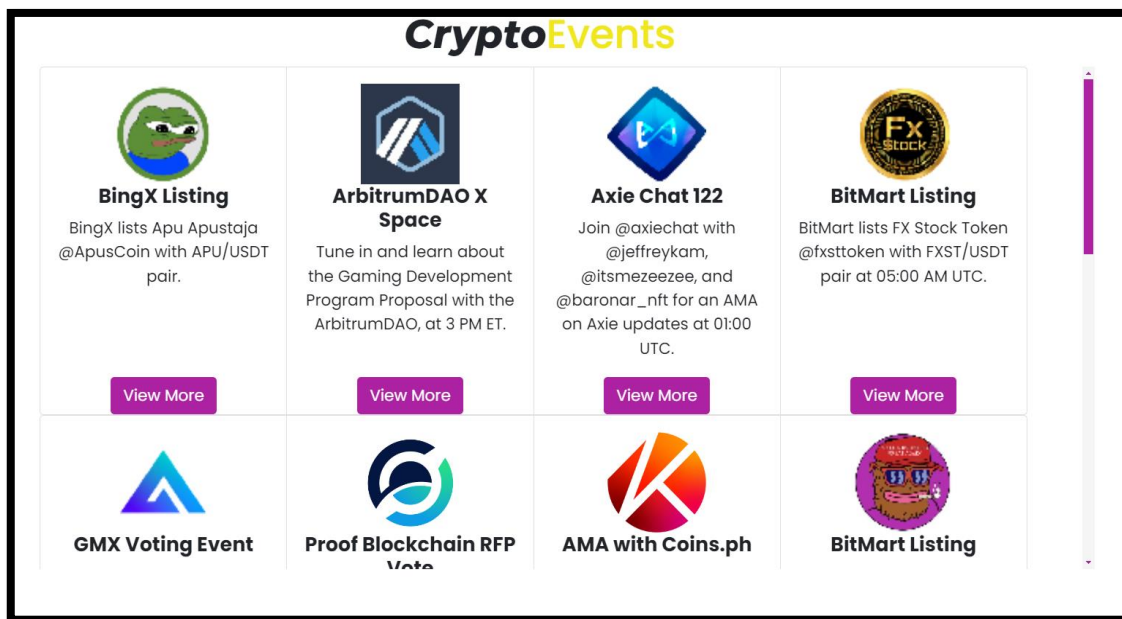
Η διεπαφή χρήστη χρησιμοποιεί μια οπτικά καλώς σχεδιασμένη μορφή, παρουσιάζοντας τα πέντε κορυφαία σε επίδοση κρυπτονομίσματα, χρησιμοποιώντας μια σειρά από κουτιά.

Κάθε πλαίσιο συμπυκνώνει βασικές λεπτομέρειες σχετικά με ένα κρυπτονόμισμα υψηλής απόδοσης. Συγκεκριμένα, προβάλλει το όνομα, το λογότυπο και την αύξηση της τιμής του νομίσματος για μια γρήγορη κατανόηση της απόδοσης του.



Σχήμα 3: Top Gainers

6.2.2 Crypto Events



Σχήμα 4: Crypto Events

Η ενότητα Crypto Events του CryptoArchive λειτουργεί ως κόμβος για την παρακολούθηση σημαντικών γεγονότων στο τοπίο των κρυπτονομισμάτων. Η ενότητα αυτή χρησιμοποιεί ένα δομημένο και εύχρηστο πίνακα, δίνοντας στους χρήστες τη

δυνατότητα να έχουν πρόσβαση σε κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με κάθε γεγονός. Κάθε πλαίσιο εντός του πίνακα λειτουργεί ως πύλη πληροφοριών. Εδώ, οι χρήστες συναντούν το λογότυπο που σχετίζεται με το αντίστοιχο κρυπτονόμισμα, το οποίο εμφανίζεται μαζί με την ονομασία της εκδήλωσης και μια συνοπτική περιγραφή της. Παράλληλα, υπάρχει το κουμπί “View More” το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να διαβάσουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το κάθε γεγονός.

6.2.3 Crypto Info



The screenshot shows the CryptoInfo website interface. At the top, the 'CryptoInfo' logo is displayed. Below it is a search bar. The main content is a table with four columns: 'Symbol', 'Market Cap', 'Circulating Supply', and 'Volume'. The table lists ten cryptocurrencies: ADA, AVAX, BNB, BTC, DOGE, DOT, ETH, ICP, LINK, and LTC. Each row contains the symbol, its market cap, circulating supply, and volume. At the bottom of the table, it says 'Showing 1 to 10 of 20 entries'. To the right of this text are navigation links: 'Previous', '1', '2', and 'Next'.

Symbol	Market Cap	Circulating Supply	Volume
ADA	15644455936	35662852096	658433922
AVAX	12742434816	381355840	794567281
BNB	86962987008	147586880	2042782210
BTC	1201555636224	19697256	37750974714
DOGE	20319256576	144257630208	2341942575
DOT	9608155136	1437953408	354504023
ETH	349770776576	120111216	18249105625
ICP	5456866816	463708576	206657429
LINK	7842513920	587099968	500878489
LTC	6063218176	74520928	618184029

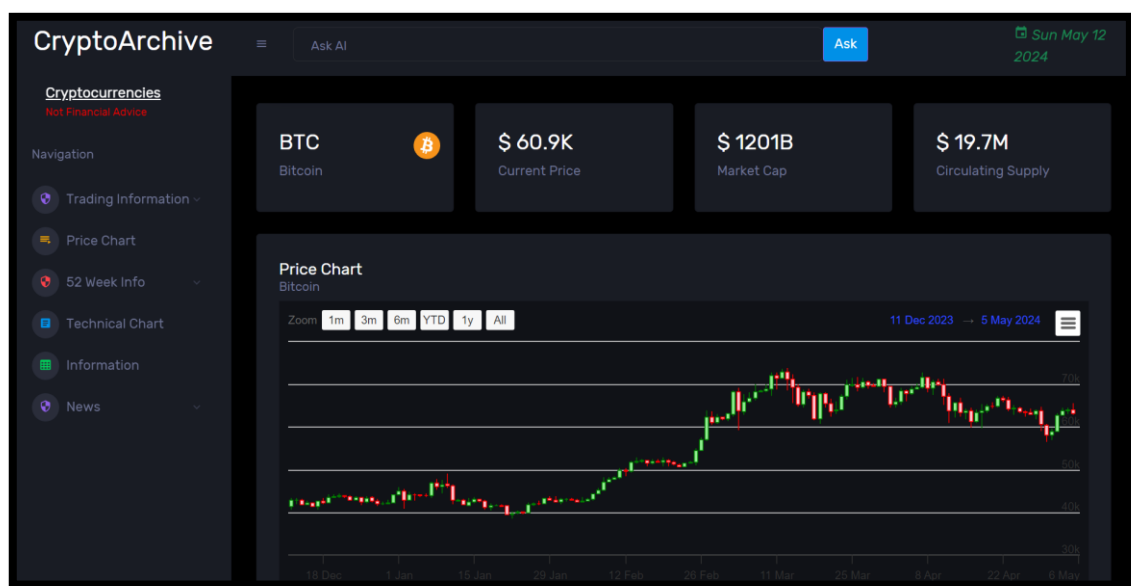
Σχήμα 5: Crypto Info

Στην ενότητα Crypto Info παρουσιάζεται ένας φιλικός προς το χρήστη πίνακας ο οποίος εμφανίζει βασικές μετρήσεις για διάφορα κρυπτονομίσματα: σύμβολο, κεφαλαιοποίηση αγοράς, circulation supply και όγκος συναλλαγών.

Αυτή η δομή επιτρέπει γρήγορες συγκρίσεις και αναλύσεις. Επιπλέον, η λειτουργία αναζήτησης επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν γρήγορα συγκεκριμένα κρυπτονομίσματα που τους ενδιαφέρουν εισάγοντας το σύμβολο τους. Ταυτόχρονα, οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τον πίνακα κάνοντας κλικ στο σύμβολο ενός κρυπτονομίσματος, το οποίο τους ανακατευθύνει στη σελίδα του dashboard που είναι αφιερωμένη στο συγκεκριμένο σύμβολο.

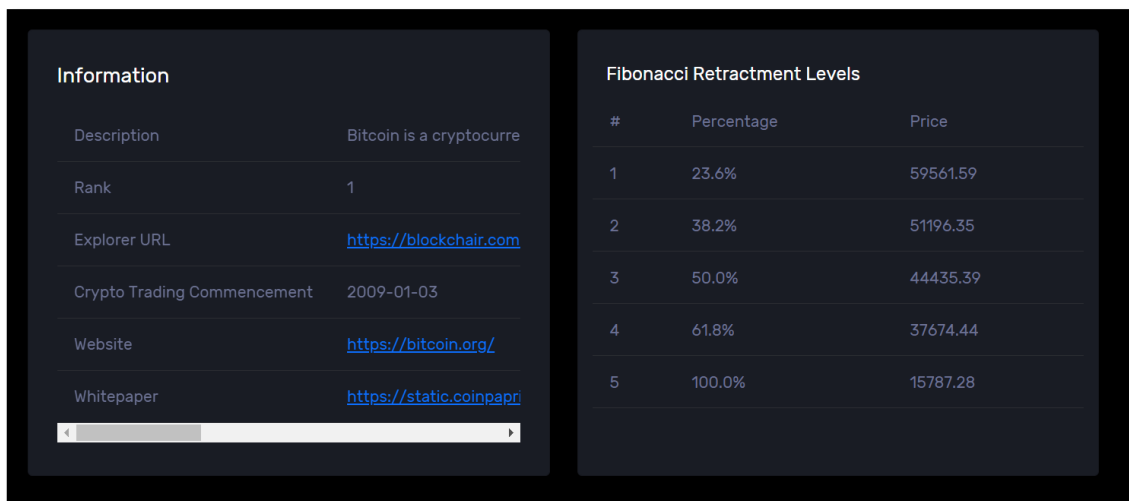
Αυτή η μετάβαση προσφέρει στους χρήστες μια εμβάθυνση στο επιλεγμένο κρυπτονόμισμα, όπου μπορούν να εξερευνήσουν λεπτομερή γραφήματα και πρόσθετες πληροφορίες για να ενημερώσουν αποτελεσματικά τις επενδυτικές τους αποφάσεις. Περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τα γραφήματα βρίσκονται στις ενότητες πιο κάτω.

6.2.4 Dashboard



Σχήμα 6: Dashboard

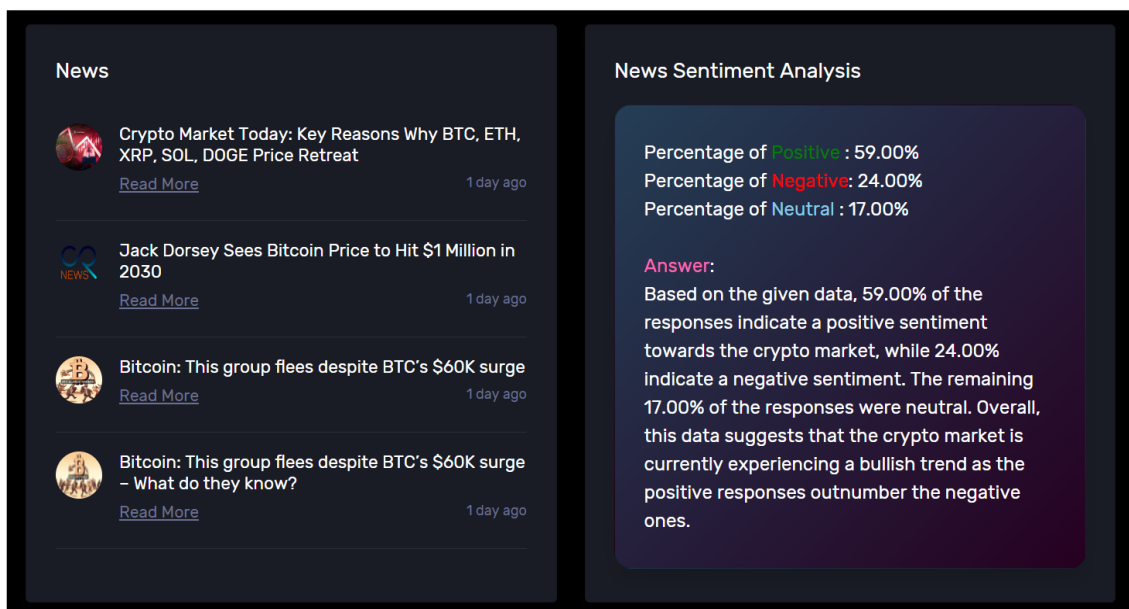
Η σελίδα dashboard χρησιμεύει για τη διενέργεια εμπειρισματομένων αναλύσεων των επιμέρους κρυπτονομισμάτων. Σχεδιασμένο για να εφοδιάζει τους χρήστες με ολοκληρωμένες γνώσεις σχετικά με συγκεκριμένα κρυπτονομίσματα, η σελίδα ενσωματώνει ένα πλήθος πληροφοριακών απεικονίσεων δεδομένων και διαδραστικών στοιχείων.



Σχήμα 7: Dashboard

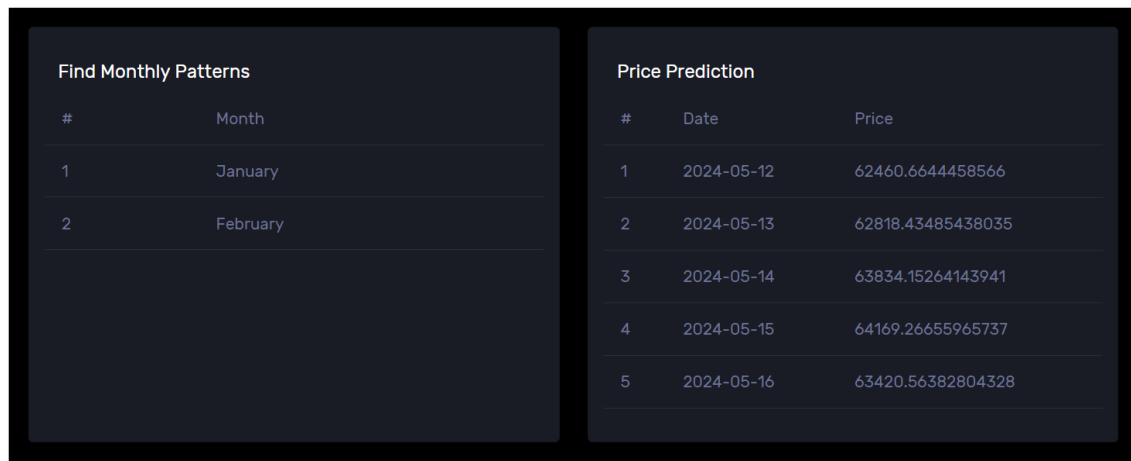
Επιπλέον, η σελίδα ενσωματώνει εργαλεία προγνωστικής ανάλυσης, προωθώντας μια βαθύτερη κατανόηση των πιθανών μελλοντικών επιδόσεων και τάσεων της αγοράς ενός συγκεκριμένου κρυπτονομίσματος.

Επίσης, η πλατφόρμα ενσωματώνει εργαλεία τεχνικής ανάλυσης, όπως *κινητούς μέσους όρους, ταλαντωτές και δείκτες τάσεων*.



Σχήμα 8: Dashboard

Στα επόμενα υποκεφάλαια του κεφαλαίου Visualization Layer, κάθε γράφημα θα αναλυθεί και θα εξηγηθεί λεπτομερώς, παρέχοντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση για το κάθε ένα.



Σχήμα 9: Dashboard

6.3 Candlestick Price Chart



Σχήμα 10: OHLC του Bitcoin για Παρασκευή 12 Απριλίου

Συνεχίζοντας, θα γίνει ανάλυση του πρώτου γραφήματος που παρουσιάζεται στο CryptoArchive, το Candlestick Price Chart (Σχήμα 10). Στην ουσία, τα candlestick price charts είναι οπτικά στιγμιότυπα των κινήσεων των τιμών ενός κρυπτονομίσματος για κάποια χρονική περίοδο. Κάθε “candle” δείχνει τις τιμές ανοίγματος, τις υψηλότερες,

τις χαμηλότερες και τις τιμές κλεισίματος (OHLC) για μια ημέρα. Εάν το candle είναι πράσινο αυτό σημαίνει ότι η τιμή με την οποία έκλεισε την ημέρα το κρυπτονόμισμα, είναι υψηλότερη από την τιμή με την οποία άνοιξε την ημέρα. Το αντίθετο ισχύει εάν είναι κόκκινο.

Οι γραμμές που μπορεί να βρεθούν πάνω ή κάτω από το κερί ονομάζονται shadows (σκιές). Οι σκιές αντιπροσωπεύουν όλες τις ενέργειες τιμών που πραγματοποιήθηκαν εκτός του εύρους μεταξύ της τιμής ανοίγματος και κλεισίματος ή του υψηλού και του χαμηλού της ημέρας. [12]

Αυτά τα γραφήματα δείχνουν την αστάθεια και τις τάσεις της αγοράς και μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό εργαλείο για επενδυτές που θέλουν μια λεπτομερή ανάλυση πριν να επενδύσουν.

Στα σχήματα 11 και 12, παρουσιάζονται οι λεπτομέρειες υλοποίησης της διαδικασίας ανάκτησης δεδομένων για τη δημιουργία του πιο πάνω γραφήματος. Το σχήμα 11 απεικονίζει το απόσπασμα κώδικα Python που ορίζει το endpoint ("/klineALL"). Αυτό επιτρέπει την ανάκτηση δεδομένων OHLC (Open, High, Low, Close) για ένα συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα από το Hyperledger Fabric. Από την άλλη πλευρά, το σχήμα 12 απεικονίζει τη συνάρτηση JavaScript, fetchKlineDataALL(), υπεύθυνη για τη δυναμική ανάκτηση δεδομένων OHLC στην πλευρά του πελάτη. Αυτή η συνάρτηση εκκινεί ένα αίτημα HTTP GET στο endpoint του διακομιστή ("/klineALL"), ανακτά τα δεδομένα και τα αναλύει για περαιτέρω επεξεργασία.

```
@app.get("/klineALL")
async def get_kline_data(request: Request, symbol: str):

    query_args = f'{{"Args":["GetOHLCforYEAR","{symbol}-USD"]}}'
    shell_string = f'{get_shell_string()}\npeer chaincode query -C mychannel -n mychaincode -c \"{query_args}\"'

    data = await send_request(shell_string)
    return {"kline_data": data}
```

Σχήμα 11: Κώδικας για λήψη δεδομένων από το Hyperledger Fabric

```

async function fetchKlineDataALL() {
  let url =
    "/klineALL?symbol=" +
    document.getElementById("klineSpan").getAttribute("data-value");
  const response = await fetch(url);
  const data = await response.json();
  return data.kline_data;
}

```

Σχήμα 12: Κώδικας για την ανάκτηση δεδομένων από το Hyperledger Fabric

Στο σχήμα 13, παρουσιάζεται η συνάρτηση JavaScript “createCandlestickChart()”, η οποία είναι υπεύθυνη για τη δυναμική δημιουργία ενός γραφήματος Candlestick για την οπτικοποίηση δεδομένων OHLC. Κάθε σημείο δεδομένων αντιπροσωπεύεται ως ένας πίνακας που περιέχει τη χρονική σήμανση, τιμή ανοίγματος, υψηλότερη τιμή, χαμηλότερη τιμή και τιμή κλεισίματος. Στη συνέχεια, η συνάρτηση χρησιμοποιεί την Highcharts.stockChart() για να δημιουργήσει το γράφημα. Το γράφημα αντιπροσωπεύει οπτικά κάθε σημείο OHLC, όπου οι ιδιότητες χρώματος και γραμμής “shadow” διαμορφώνονται με βάση το εάν η τιμή κλεισίματος είναι υψηλότερη ή χαμηλότερη από την τιμή ανοίγματος.

```

async function createCandlestickChart() {
  const formattedData = klineData.map(({ Date, Open, High, Low, Close }) => [
    moment(Date).valueOf(),
    Open,
    High,
    Low,
    Close,
  ]);
  console.log(formattedData);
  Highcharts.stockChart("klineChart-candlestick", {
    plotOptions: {
      candlestick: {
        color: "pink",
        lineColor: "red",
        upColor: "lightgreen",
        upLineColor: "green",
      },
    },
    rangeSelector: {
      selected: 1,
    },
    series: [
      {
        type: "candlestick",
        name: "OHLC",
        data: formattedData,
      },
    ],
  });
}

```

Σχήμα 13: Κώδικας δημιουργίας του Candlestick Price Chart

6.4 RSI & Moving Averages



Σχήμα 14: RSI, MA Chart (Απόσπασμα από το CryptoArchive)

Σε αυτήν την ενότητα, η εστίαση μετατοπίζεται στην ανάλυση του δείκτη σχετικής ισχύος (RSI), του κινούμενου μέσου όρου με περίοδο 50 ημερών (MA50) και του κινούμενου μέσου όρου με περίοδο 200 ημερών (MA200) μέσω μιας απεικόνισης γραμμικού γραφήματος.

Ο δείκτης σχετικής ισχύος (RSI) είναι ένας δείκτης ορμής που χρησιμοποιείται στην τεχνική ανάλυση. Το RSI μετρά την ταχύτητα και το μέγεθος των πρόσφατων αλλαγών τιμής και συνήθως χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συνθηκών υπεραγοράς ή υπερπώλησης.

Τα MA50 και MA200 χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό των τάσεων στην αγορά, με το MA50 να αντιπροσωπεύει βραχυπρόθεσμες έως μεσοπρόθεσμες τάσεις και το MA200 να υποδεικνύει μακροπρόθεσμες τάσεις.

Στο Σχήμα 15, ο παρεχόμενος κώδικας Python υπολογίζει τον δείκτη σχετικής ισχύος (RSI), και τους δύο κινητούς μέσους όρους.

Για τον υπολογισμό του RSI, ο κώδικας:

- Υπολογίζει πρώτα τη μεταβολή της τιμής (δέλτα) λαμβάνοντας τη διαφορά μεταξύ διαδοχικών τιμών κλεισίματος.
- Διαχωρίζει τα κέρδη (θετικές αλλαγές) και τις ζημίες (αρνητικές αλλαγές).

- Υπολογίζει το μέσο κέρδος και τη μέση απώλεια σε ένα παράθυρο 14 ημερών, χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση κυλιόμενου μέσου όρου. Αυτοί οι μέσοι όροι χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του λόγου της σχετικής ισχύος (RS), που αντιπροσωπεύει τον λόγο του μέσου κέρδους προς τη μέση απώλεια.
- Τέλος, ο RSI προέρχεται από τον λόγο RS, παρέχοντας ένα μέτρο του μεγέθους και της ταχύτητας των κινήσεων των τιμών κατά τη διάρκεια της καθορισμένης περιόδου.

Εκτός από το RSI, ο κώδικας υπολογίζει τους Κινούμενους Μέσους Όρους (MA50 και MA200). Το MA50 αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή κλεισίματος τις τελευταίες 50 ημέρες, ενώ το MA200 αντιπροσωπεύει τη μέση τιμή κλεισίματος τις τελευταίες 200 ημέρες. Αυτοί οι κινητοί μέσοι όροι παρέχουν πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες τάσεις των τιμών και τα πιθανά επίπεδα υποστήριξης ή αντίστασης στην αγορά.

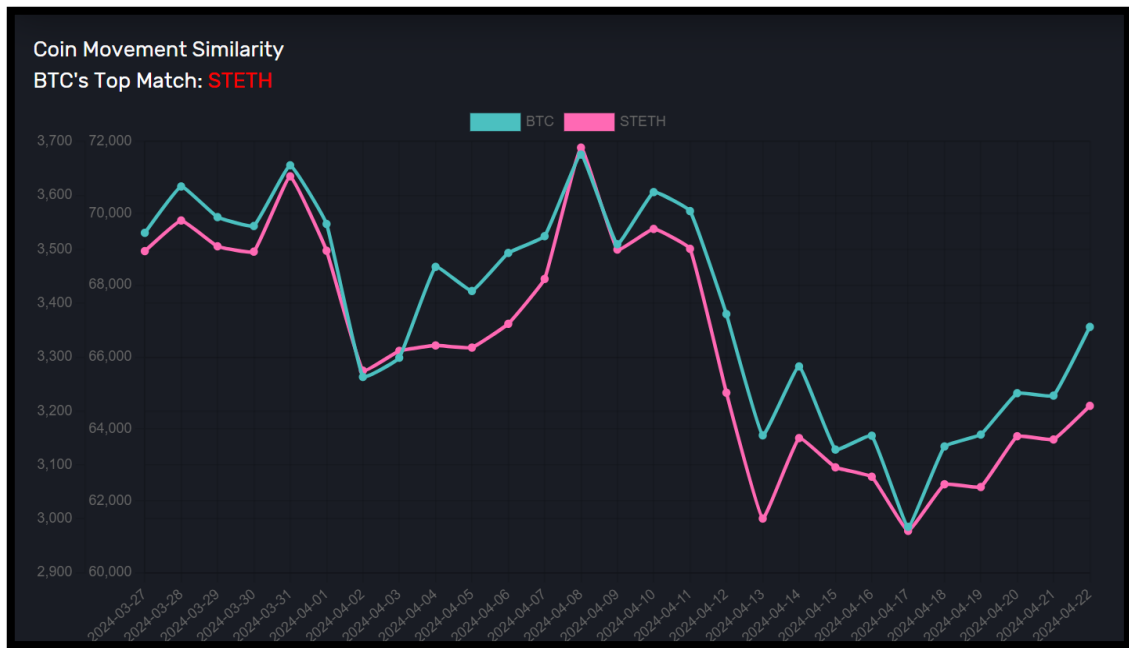
```
for symbol in symbols:

    window_length = 14
    delta = technicalData['Close'].diff()
    gain = (delta.where(delta > 0, 0)).fillna(0)
    loss = (-delta.where(delta < 0, 0)).fillna(0)
    avg_gain = gain.rolling(window=window_length).mean()
    avg_loss = loss.rolling(window=window_length).mean()

    rs = avg_gain / avg_loss
    rsi = 100 - (100 / (1 + rs))
    technicalData['MA50'] = technicalData['Close'].rolling(window=50).mean()
    technicalData['MA200'] = technicalData['Close'].rolling(window=200).mean().dropna()
    technicalData['RSI'] = rsi.dropna()
```

Σχήμα 15: Python Code για ανάκτηση δεδομένων RSI, MA

6.5 Coin Similarity



Σχήμα 16: Coin Similarity Chart

Το γράφημα ομοιότητας νομισμάτων απεικονίζει το πιο παρόμοιο κρυπτονόμισμα, με αυτό που επιλέχθηκε, με βάση τη κίνηση των τιμών τους για κάποια περίοδο. Προσδιορίζει το κρυπτονόμισμα του οποίου οι κινήσεις των τιμών ταιριάζουν στενά με αυτές του επιλεγμένου κρυπτονομίσματος, υποδεικνύοντας υψηλό βαθμό συσχέτισης μεταξύ των δύο.

Στο σχήμα 17, η συνάρτηση “similarity_analysis”, υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης μεταξύ των κινήσεων των τιμών δύο κρυπτονομισμάτων με βάση τις τιμές κλεισίματος τους. Συγκεκριμένα, υπολογίζει το πίνακα συντελεστών συσχέτισης χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση “corrcoef” του NumPy, η οποία μετρά τη γραμμική σχέση μεταξύ των δύο συνόλων τιμών κλεισίματος. Ο συντελεστής συσχέτισης υποδεικνύει την ισχύ μεταξύ των κινήσεων των τιμών των δύο κρυπτονομισμάτων, με τιμές πιο κοντά στο 1 να υποδηλώνουν ισχυρή θετική συσχέτιση, τις τιμές πιο κοντά στο -1 να υποδηλώνουν ισχυρή αρνητική συσχέτιση και τις τιμές κοντά στο 0 να υποδεικνύουν καμία συσχέτιση. Η συνάρτηση επιστρέφει τον συντελεστή συσχέτισης ως μέτρο ομοιότητας μεταξύ των κινήσεων των τιμών των δύο κρυπτονομισμάτων.

```
def similarity_analysis(crypto1_data, crypto2_data):
    crypto1_close = [entry['Close'] for entry in crypto1_data]
    crypto2_close = [entry['Close'] for entry in crypto2_data]

    correlation_matrix = np.corrcoef(crypto1_close, crypto2_close)

    correlation = correlation_matrix[0, 1]
    return correlation
```

Σχήμα 17: Similarity Analysis Code Snippet

Στο σχήμα 18, ο Python κώδικας προσδιορίζει το κρυπτονόμισμα με την υψηλότερη ομοιότητα στην κίνηση των τιμών σε σύγκριση με το δοθέν κρυπτονόμισμα.

```
if crypto['Symbol'] != symbol and (crypto['Symbol'].find(symbol) == -1):
    similarity = similarity_analysis(first_crypto, second_crypto)

    if similarity > max_similarity:
        max_similarity = similarity
        most_similar_crypto = crypto['Symbol']
```

Σχήμα 18: Εύρεση όμοιου κρυπτονομίσματος

6.6 MACD



Σχήμα 19: MACD chart (Απόσπασμα από CryptoArchive)

Ο κινούμενος μέσος όρος σύγκλισης απόκλισης (MACD) χρησιμοποιείται για εντοπισμό πιθανών αλλαγών και τάσεων στις τιμές των κρυπτονομισμάτων. Χρησιμοποιεί δύο ειδικούς μέσους όρους, για να δημιουργήσει μια γραμμή σήματος. Αυτή η γραμμή σήματος (signal line) βοηθά στον εντοπισμό του πότε η ορμή ή η ταχύτητα των αλλαγών των τιμών μεταβάλλεται. Όταν η γραμμή MACD κινείται πάνω από τη γραμμή σήματος, μπορεί να προτείνει μια πιθανή αύξηση της τιμής (σήμα αγοράς). Αντίθετα, όταν το MACD πέφτει κάτω από τη γραμμή σήματος, θα μπορούσε να υποδηλώνει πιθανή μείωση της τιμής (σήμα πώλησης).

Στο σχήμα 20 παρουσιάζεται ο κώδικας στη Python ο οποίος υπολογίζει τον κινούμενο μέσο όρο σύγκλισης απόκλισης.

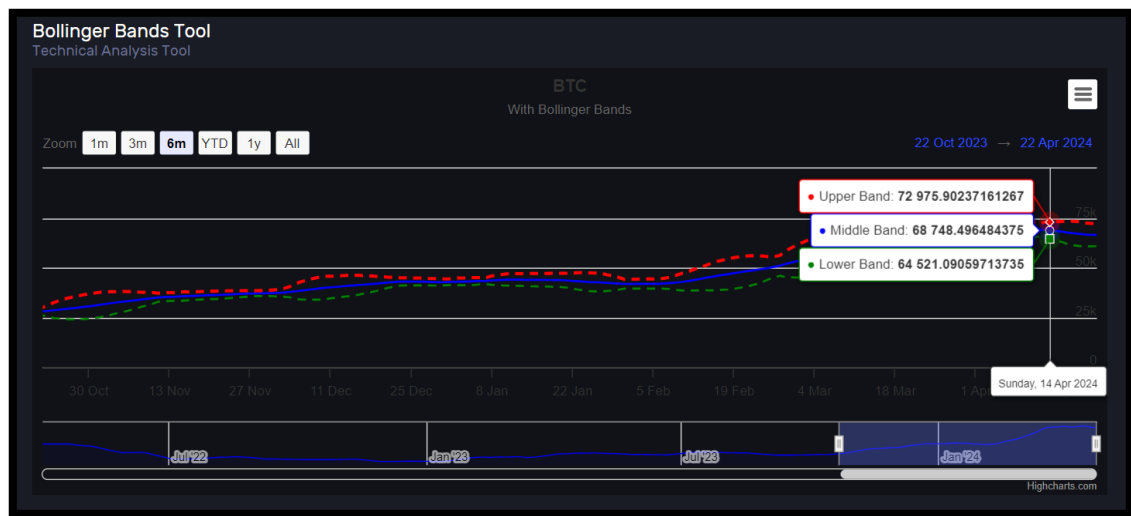
Συγκεκριμένα, υπολογίζει τους βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους εκθετικούς κινητούς μέσους όρους (EMAs) με βάση τις τιμές κλεισίματος, αφαιρεί το μακροπρόθεσμο EMA από το βραχυπρόθεσμο EMA για να αποκτήσει τη γραμμή MACD και στη συνέχεια υπολογίζει τη γραμμή σήματος, η οποία είναι ομαλοποιημένη (smoothed-out) έκδοση της σειράς MACD. Τέλος, υπολογίζει το ιστόγραμμα MACD βρίσκοντας τη διαφορά μεταξύ της γραμμής MACD και της γραμμής σήματος.

Ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται το γράφημα είναι παρόμοιος με του RSI, MA50, MA200 γι' αυτό και παραλείπεται.

```
def calculate_macd(data, short_window=12, long_window=26, signal_window=9):  
  
    short_ema = data['Close'].ewm(span=short_window, min_periods=1, adjust=False).mean()  
  
    long_ema = data['Close'].ewm(span=long_window, min_periods=1, adjust=False).mean()  
  
    macd_line = short_ema - long_ema  
  
    signal_line = macd_line.ewm(span=signal_window, min_periods=1, adjust=False).mean()  
  
    macd_histogram = macd_line - signal_line  
  
    return macd_line, signal_line, macd_histogram  
  
macd_line, signal_line, macd_histogram = calculate_macd(df)  
  
return {'MACD': {'macd_line': macd_line, 'signal_line': signal_line, 'macd_histogram': macd_histogram, 'dates': dates}}
```

Σχήμα 20: Python Code Snippet για υπολογισμό του MACD

6.7 Bollinger Bands



Σχήμα 21: Bollinger Bands Chart (Απόσπασμα από CryptoArchive)

Το Bollinger Bands, είναι ένα εργαλείο που βοηθά στη μέτρηση της αστάθειας των κρυπτονομισμάτων για να προσδιοριστεί εάν είναι υπερ.- ή υποτιμημένες. Αποτελείται από τρεις ζώνες, τη μεσαία ζώνη, η οποία είναι ένας απλός κινητός μέσος όρος (SMA) της τιμής του στοιχείου για μια καθορισμένη περίοδο, και μια άνω και κάτω ζώνη, που απέχουν δύο τυπικές αποκλίσεις από τη μεσαία ζώνη. Οι ζώνες διευρύνονται όταν η τιμή του κρυπτονομίσματος γίνεται πιο ασταθής και συρρικνώνονται όταν είναι πιο σταθερή. [3]

Το σχήμα 22, παρουσιάζει το κώδικα Python ο οποίος υπολογίζει τις ζώνες Bollinger για ένα σύνολο δεδομένων. Λαμβάνει τα δεδομένα και υπολογίζει τον κυλιόμενο μέσο όρο (rolling mean) και την κυλιόμενη τυπική απόκλιση (rolling standard deviation).

Βάσει του κυλιόμενου μέσου και της τυπικής απόκλισης, η συνάρτηση υπολογίζει τις άνω και κάτω ζώνες του Bollinger προσθέτοντας και αφαιρώντας ένα πολλαπλάσιο της τυπικής απόκλισης από τον κυλιόμενο μέσο όρο, αντίστοιχα.

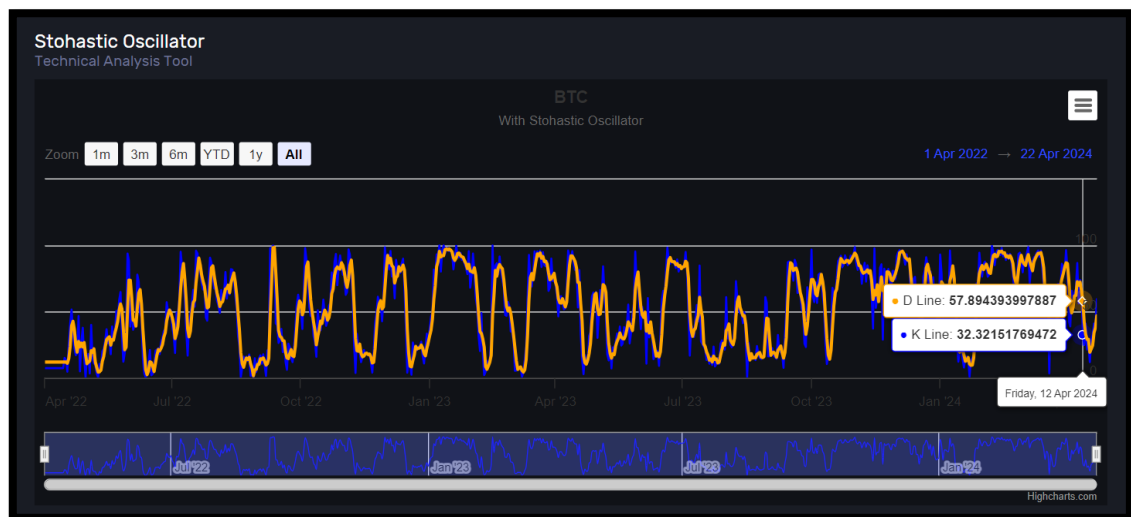
```
def calculate_bollinger_bands(data, window=20, num_std_dev=2):
    rolling_mean = data.rolling(window=window).mean()
    rolling_std = data.rolling(window=window).std()

    upper_band = rolling_mean + (rolling_std * num_std_dev)
    lower_band = rolling_mean - (rolling_std * num_std_dev)

    return rolling_mean, upper_band, lower_band
```

Σχήμα 22: Bollinger Bands Chart (Απόσπασμα από CryptoArchive)

6.8 Stochastic Oscillator



Σχήμα 23: Stochastic Oscillator Chart (Απόσπασμα από CryptoArchive)

Ο Στοχαστικός Ταλαντωτής είναι ένας δείκτης ορμής που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία σημάτων υπεραγοράς και υπερπώλησης. Συγκρίνει την τιμή κλεισίματος ενός κρυπτονομίσματος με το εύρος τιμών του για μια συγκεκριμένη περίοδο, συνήθως 14 ημέρες. Ο δείκτης αποτελείται από δύο γραμμές: %K και %D. Το %K αντιπροσωπεύει την τρέχουσα θέση τιμής εντός του εύρους τιμών, ενώ το %D είναι ένας κινητός μέσος όρος %K. [1]

Όταν οι γραμμές %K και %D διασχίζουν τα επίπεδα υπεραγοράς (συνήθως πάνω από 80), υποδηλώνουν ότι το κρυπτονόμισμα είναι υπεραγορασμένο (overbought) και ενδέχεται να υπάρξει διόρθωση τιμής. Αντίθετα, όταν διασχίζουν τα επίπεδα

υπερπώλησης (oversold) (συνήθως κάτω από 20), υποδηλώνουν ότι το κρυπτονόμισμα έχει υπερπωληθεί και ενδέχεται να παρατηρηθεί ανάκαμψη της τιμής. [1]

Ο κώδικας που αντικατοπτρίζεται στο σχήμα 24, υπολογίζει το Stochastic Oscillator. Συγκεκριμένα, η συνάρτηση υπολογίζει τις γραμμές %K και %D. Ξεκινά με τον υπολογισμό των χαμηλότερων και υψηλότερων τιμών για μια καθορισμένη περίοδο (14 ημέρες) χρησιμοποιώντας λειτουργίες κυλιόμενου παραθύρου (rolling window). Στη συνέχεια, υπολογίζει τη γραμμή %K, η οποία αντιπροσωπεύει την τρέχουσα θέση τιμής σε σχέση με το εύρος τιμών. Στη συνέχεια, υπολογίζει τη γραμμή %D, η οποία είναι ένας κινητός μέσος όρος της γραμμής %K για μια καθορισμένη περίοδο (3 ημέρες).

```
def stochastic_oscillator(df, k_period=14, d_period=3):
    df['Lowest Low'] = df['Low'].rolling(window=k_period).min()
    df['Highest High'] = df['High'].rolling(window=k_period).max()

    df['%K'] = ((df['Close'] - df['Lowest Low']) / (df['Highest High'] - df['Lowest Low'])) * 100
    df['%D'] = df['%K'].rolling(window=d_period).mean()

    return df[['%K', '%D']]
```

Σχήμα 24: Κώδικας του Stochastic Oscillator

Κεφάλαιο 7

Πειραματική Αξιολόγηση

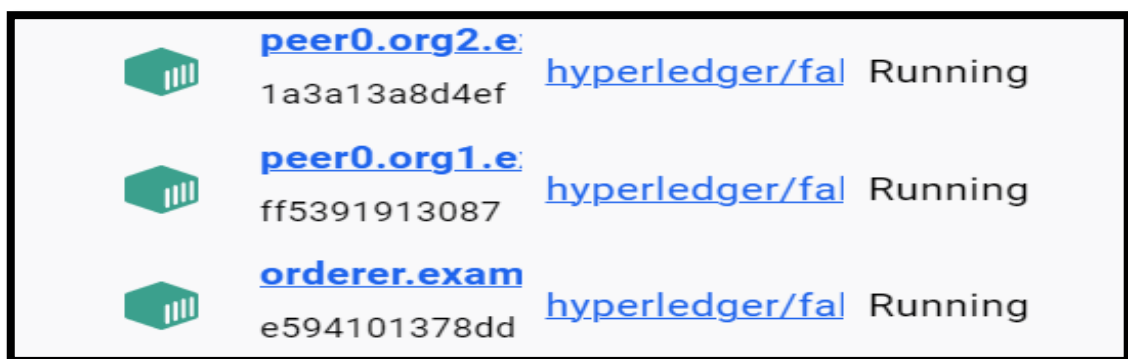
7.1 Πειραματική Διάταξη	66
7.2 Δεδομένα Αξιολόγησης	67
7.3 Διαδικασία Διεξαγωγής Πειραμάτων	70
7.4 Αποτίμηση Αποτελεσμάτων	71

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η σειρά πειραμάτων που διενεργήθηκαν με σκοπό την αξιολόγηση της δουλείας που έγινε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

7.1 Πειραματική Διάταξη

Αυτή η υπο-ενότητα εστιάζει στην περιγραφή των πόρων που αξιοποιήθηκαν για την υλοποίηση των διαφορετικών πειραμάτων αξιολόγησης.

Για την υλοποίηση του πειραματικού δικτύου, χρησιμοποιήθηκε το framework Hyperledger Fabric. Το δίκτυο αποτελείται από δύο Organizations, με ένα Peer η κάθε μια, και ένα Ordering Service με έναν Orderer. Κάθε κόμβος του δικτύου απομονώνεται σε ένα Docker Container.



Σχήμα 1: Peers και Orderer όπως φαίνονται στο Docker

Τα πειράματα διεξάχθηκαν σε υπολογιστή Windows χρησιμοποιώντας το Windows Subsystem for Linux (WSL) με τις ακόλουθες προδιαγραφές: 16 GB RAM και επεξεργαστή Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 11ης γενιάς.

7.2 Δεδομένα Αξιολόγησης

Για τα πειράματα μας, θα χρησιμοποιήσουμε δύο κύριες προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της απόδοσης. Αρχικά, θα μετρήσουμε το χρόνο που χρειάζεται για να φορτώσει κάθε συνάρτηση στην ιστοσελίδα. Αυτό περιλαμβάνει τη μέτρηση της διάρκειας που χρειάζεται για να περάσουν τα αιτήματα από το frontend στο backend, να αλληλοεπιδράσουν με το Hyperledger Fabric και να επιστρέψουν στο frontend με τα ζητούμενα δεδομένα. Δεύτερον, θα αξιολογήσουμε τον χρόνο που απαιτείται για να εκτελεστούν οι συναρτήσεις του chaincode. Αυτή η ανάλυση θα επικεντρωθεί στη μέτρηση της διάρκειας που χρειάζεται για την εισαγωγή δεδομένων στο blockchain. Πραγματοποιώντας αυτά τα πειράματα, επιδιώκουμε να λάβουμε γνώσεις σχετικά με την αποδοτικότητα και την ανταπόκριση του συστήματος μας σε διαφορετικά επίπεδα της αρχιτεκτονικής του.

Ξεκινώντας με το πρώτος σκέλος των πειραμάτων, θα αναλύσουμε τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για (α) την αρχική σελίδα της πλατφόρμας και (β) τη σελίδα των γραφημάτων (dashboard).

Για την αρχική σελίδα, έγιναν τρεις διακριτές κλήσεις τελικού σημείου (endpoint): μία για την ανάκτηση δεδομένων των κορυφαίων κερδισμένων (top gainers), άλλη για πληροφορίες αγοράς (market information), και τέλος, μια κλήση τελικού σημείου για τις εκδηλώσεις (events). Η κλήση τελικού σημείου των κορυφαίων κερδισμένων, περιλαμβάνει πληροφορίες για τους πέντε κορυφαίους κερδισμένους στην αγορά κρυπτονομισμάτων. Αυτά τα δεδομένα περιλαμβάνουν λεπτομέρειες όπως εικόνες λογότυπου, ποσοστά αύξησης και ονόματα για κάθε κερδισμένο. Ομοίως, η κλήση τελικού σημείου πληροφοριών αγοράς, επιστρέφει βασικές πληροφορίες όπως το σύμβολο, την κεφαλαιοποίηση της αγοράς (market capitalization), circulating supply και τον όγκο (volume) για κάθε κρυπτονόμισμα. Επιπλέον, η κλήση τελικού σημείου

για events ανακτά δεδομένα για δέκα σημαντικά events που σχετίζονται με τα κρυπτονομίσματα.

Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει το μέγεθος φόρτου δεδομένων που επέστρεψαν τα τελικά σημεία για το συγκεκριμένο πείραμα:

Endpoint	Size (Kbytes)
getTopGainers	0.504
getMarketInfo	7.4
getCryptoEvents	3.2

Πίνακας 1: Τα τελικά σημεία που καλούνται με το μέγεθος φορτίου που επιστρέφουν

Το dashboard, που αντιπροσωπεύει μια ολοκληρωμένη εμφάνιση πληροφοριών κρυπτονομισμάτων, περιλαμβάνει εννέα διακριτές κλήσεις τελικού σημείου:

- **Technical Data:** Παρέχει κρίσιμα δεδομένα όπως ο δείκτης σχετικής ισχύος (RSI), ο κινητός μέσος όρος 50 (MA50) και ο κινητός μέσος όρος 200 (MA200) για μια περίοδο δύο ετών.
- **Kline Data:** Παρέχει ιστορικά δεδομένα τιμών που καλύπτουν δύο έτη.
- **Price Prediction:** Παρέχει πληροφορίες για τις μελλοντικές κινήσεις των τιμών.
- **Month Pattern:** Υποδεικνύει τους μήνες κατά τους οποίους ένα κρυπτονόμισμα παρουσιάζει αξιοσημείωτες αυξήσεις τιμών.
- **MACD:** Υπολογίζει το Moving Average Convergence Divergence (MACD) για την ίδια διετή διάρκεια.
- **Stochastic Oscillator:** Προσφέρει πληροφορίες για τον στοχαστικό ταλαντωτή.

- **Fibonacci Retracement Levels:** Παρουσιάζει κρίσιμα επίπεδα για την τεχνική ανάλυση, δηλαδή τα retracement levels.
- **Bollinger Bands:** Προσφέρει πληροφορίες για την ανάλυση των ζωνών Bollinger.
- **Movement Similarity:** Επιστρέφει ιστορικά δεδομένα τιμών του ιδίου κρυπτονομίσματος με το ποιο όμοιο του σε κινήσεις.

Πιο κάτω φαίνεται το μέγεθος φόρτου σε kilobytes για τα δεδομένα που επέστρεψε το κάθε endpoint:

Endpoint	Size (Kbytes)
getKlineData	93.3
getTechnicalData	47.3
getPricePrediction	0.428
getMonthPatterns	0.159
getMACD	76.7
getBollinger	52.1
getStochastic	45.9
getFibonacci	0.210
getSimilarityAnalysis	2.2

Πίνακας 2: Τα τελικά σημεία που καλούνται με το μέγεθος φορτίου που επιστρέφουν

Συνεχίζοντας με το δεύτερο σκέλος των πειραμάτων, την αξιολόγηση του χρόνου που απαιτούν οι συναρτήσεις του chaincode, θα αναλύσουμε το χρόνο που χρειάζονται οι εξής συναρτήσεις:

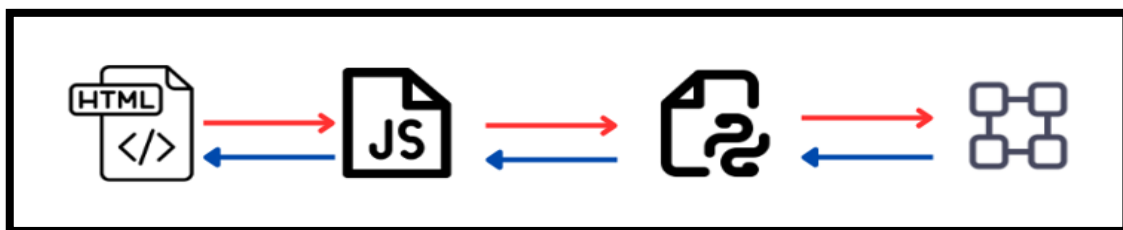
- **InsertNews:** Εισάγει άρθρα ειδήσεων για τα κρυπτονομίσματα.
- **InsertOHLC:** Εισάγει OHLC (Open-High-Low-Close) δεδομένα για περίοδο δύο ετών.

- **InsertTopGainers:** Εισάγει τα πέντε «πιο κερδισμένα» κρυπτονομίσματα.
- **InsertCurrentPrice:** Εισάγει τη τιμή του κρυπτονομίσματος.
- **InsertEvents:** Εισάγει τα γεγονότα των κρυπτονομισμάτων.
- **InsertTechnicalData:** Εισάγει τεχνικά δεδομένα όπως RSI.

7.3 Διαδικασία Διεξαγωγής Πειραμάτων

Εδώ θα αναλύσουμε το τρόπο με τον οποίο θα διεξάγουμε τα πειράματά μας. Όπως προ-αναφέρθηκε, τα πειράματα χωρίζονται σε δύο σκέλη. Το πρώτο ασχολείται με το χρόνο που χρειάζονται οι συναρτήσεις για τη φόρτωση τους στην ιστοσελίδα, ενώ το δεύτερο, αξιολογεί το χρόνο που χρειάζονται οι συναρτήσεις του chaincode. Και στα δύο πειράματα, θα ακολουθήσουμε μια δομημένη προσέγγιση για να εγγυηθούμε ακριβή συλλογή δεδομένων και αξιόπιστα αποτελέσματα.

Στο πρώτο σκέλος των πειραμάτων, το οποίο επικεντρώνεται στο χρόνο που απαιτείται για τη φόρτωση των λειτουργιών στην ιστοσελίδα, κάθε κλήση τελικού σημείου θα χρονομετρηθεί ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, θα καταγράφεται ο χρόνος που απαιτείται για την εκτέλεση κάθε συνάρτησης και την επιστροφή δεδομένων στη διεπαφή χρήστη. Θα παρακολουθούμε επίσης πόσο χρόνο χρειάζεται ολόκληρη η ιστοσελίδα για να φορτώσει. Αυτό θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε πώς όλες οι ξεχωριστές κλήσεις τελικών σημείων επηρεάζουν το πόσο γρήγορα οι χρήστες βλέπουν τις πληροφορίες που χρειάζονται.



Σχήμα 2: Από αίτημα εκτέλεσης συνάρτησης (κόκκινο βέλη) σε επιστροφή δεδομένων (μπλε βέλη)

Η δεύτερη φάση του πειράματος θα επικεντρωθεί στην αξιολόγηση του χρόνου εκτέλεσης των συναρτήσεων του chaincode. Θα χρησιμοποιήσουμε μια παρόμοια προσέγγιση με την πρώτη φάση, απομονώνοντας και χρονομετρώντας κάθε συνάρτηση εισαγωγής δεδομένων ανεξάρτητα. Συγκεκριμένα, θα κληθεί ο κώδικας στη Python ο οποίος θα πάρει τα δεδομένα από τα APIs και στη συνέχεια θα κληθούν οι αντίστοιχες συναρτήσεις του chaincode οι οποίες θα εισάγουν τα δεδομένα στο Hyperledger Fabric.

7.4 Αποτίμηση Αποτελεσμάτων

Αυτή η ενότητα αφιερώνεται στην περιγραφή και τον σχολιασμό των αποτελεσμάτων του κάθε πειράματος.

Ξεκινώντας με την ανάλυση του χρόνου που απαιτείται για τη φόρτωση των λειτουργιών της ιστοσελίδας, θα δώσουμε έμφαση για αρχή στην αρχική σελίδα του CryptoArchive και μετά θα προχωρήσουμε στη σελίδα με τις περισσότερες λειτουργίες (dashboard).

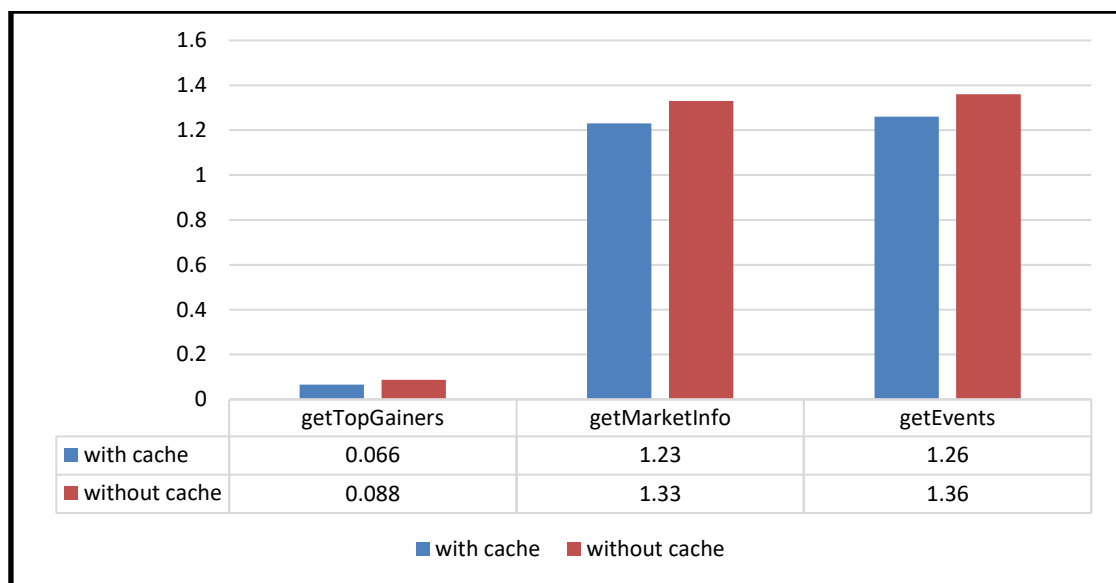
Για την αρχική σελίδα (/index) διερευνήθηκαν τα τελικά σημεία `getTopGainers`, `getMarketInfo` και `getEvents`. Σημειώνεται ότι αυτοί οι χρόνοι είναι με ενεργοποιημένη την κρυφή μνήμη (cache enabled).

Κατά την αξιολόγηση, διαπιστώθηκε ότι η συνάρτηση `getTopGainers` παρουσίασε τον μικρότερο χρόνο απόκρισης, με χρόνο 0,086 δευτερόλεπτα. Οι `getMarketInfo` και `getEvents` επέδειξαν σχετικά μεγαλύτερους χρόνους απόκρισης, καταγράφοντας 1,23 και 1,26 δευτερόλεπτα αντίστοιχα. Αυτή η διαφορά ήταν αναμενόμενη εφόσον τα δύο τελευταία τελικά σημεία (endpoints) επέστρεφαν μεγαλύτερο φορτίο, όπως δείξαμε και στο Πίνακα 1. Συνολικά, τα τρία endpoints χρειάζονται 1.38 δευτερόλεπτα να επιστρέψουν τα δεδομένα τους.

Εκτός από τους χρόνους απόκρισης με ενεργοποιημένη την κρυφή μνήμη, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τις επιδόσεις αυτών των τελικών σημείων χωρίς κρυφή μνήμη.

Το `getTopGainers` καταγράφει χρόνο απόκρισης 0.088 δευτερόλεπτα. Τα `getMarketInfo` και `getEvents` παρουσιάζουν χρόνους απόκρισης 1,33 και 1,36 δευτερολέπτων, αντίστοιχα, χωρίς προσωρινή αποθήκευση. Επιπλέον, ο συνδυασμένος χρόνος τερματισμού χωρίς κρυφή μνήμη αυξάνεται σε 1.95 δευτερόλεπτα.

Όπως μπορούμε να δούμε και από το Σχήμα 3, οι χρονικές διαφορές είναι ελάχιστες, με τον συνολικό χρόνο απόκρισης χωρίς κρυφή μνήμη να είναι 0.57 δευτερόλεπτα περισσότερος από το χρόνο με προσωρινή μνήμη.



Σχήμα 3: Σύγκριση χρόνων απόκρισης με κρυφή μνήμη / χωρίς

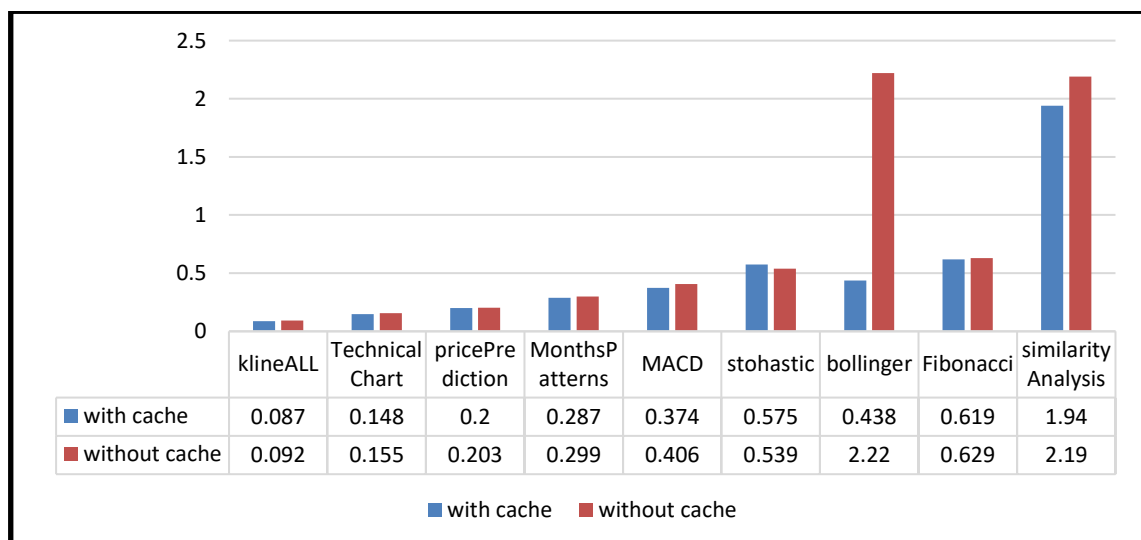
Συνεχίζοντας με τη σελίδα των γραφημάτων (`/dashboard`), έχουν διερευνηθεί εννέα διαφορετικά endpoints (τα οποία αναφέρθηκαν στην υπο-ενότητα 7.2). Οι μετρήσεις που ακολουθούν είναι με χρήση της κρυφής μνήμης.

Τα `klineALL` και `TechnicalChart` παρουσιάζουν εξαιρετικούς χρόνους απόκρισης 0.087 και 0.148 δευτερόλεπτα, αντίστοιχα. Ωστόσο, τελικά σημεία όπως τα `pricePrediction`, `getMonthPatterns` και `MACD` παρουσιάζουν ελαφρώς υψηλότερους χρόνους απόκρισης, που κυμαίνονται από 0.200 δευτερόλεπτα έως 0.374 δευτερόλεπτα. Τα `stochastic`, `bollinger` και `getFibonacci` απαιτούν αισθητά μεγαλύτερους χρόνους επεξεργασίας, καταγράφοντας μεταξύ 0.438 και 0.619 δευτερόλεπτα. Το `similarityAnalysis` παρουσιάζει σημαντικά μεγαλύτερο χρόνο απόκρισης, 1.94

δευτερόλεπτα, γεγονός που υποδηλώνει πιο περίπλοκη επεξεργασία δεδομένων για την ανάλυση ομοιότητας. Ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης με προσωρινή αποθήκευση είναι 3,75 δευτερόλεπτα.

Οι πιο πάνω μετρήσεις ήταν αναμενόμενες εφόσον, τελικά σημεία όπως το similarityAnalysis, το getMonthPatterns και το pricePrediction περιλαμβάνουν εγγενώς υπολογιστικά εντατικούς υπολογισμούς, ενώ τελικά σημεία όπως το klineALL λειτουργούν κυρίως με την ανάκτηση δεδομένων απευθείας από την αλυσίδα μπλοκ.

Συνεχίζοντας, η ανάλυση μας τώρα είναι χωρίς ενεργοποιημένους μηχανισμούς προσωρινής αποθήκευσης. Ειδικότερα, το τελικό σημείο klineALL, επιδεικνύει απόδοση με χρόνο απόκρισης 0,092 δευτερόλεπτα. Ομοίως, το τελικό σημείο TechnicalChart, παρουσιάζει χρόνο απόκρισης 0,155 δευτερόλεπτα. Το τελικό σημείο pricePrediction, αποδίδει χρόνο απόκρισης 0,203 δευτερόλεπτα. Το τελικό σημείο getMonthPatterns, εμφανίζει χρόνο απόκρισης 0,299 δευτερόλεπτα. Τα τελικά σημεία MACD, stochastic και getFibonacci επιδεικνύουν ελαφρώς αυξημένους χρόνους απόκρισης που κυμαίνονται από 0,406 έως 0,629 δευτερόλεπτα. Ειδικότερα, τα τελικά σημεία bollinger και similarityAnalysis παρουσιάζουν τη σημαντικότερη αύξηση των χρόνων απόκρισης, με διάρκεια 2,220 και 2,190 δευτερόλεπτα, αντίστοιχα.



Σχήμα 4: Σύγκριση χρόνων απόκρισης με κρυφή μνήμη / χωρίς

Η σύγκριση των επιδόσεων των κλήσεων τελικών σημείων με και χωρίς μηχανισμούς προσωρινής αποθήκευσης αποκαλύπτει τη σημαντική επίδραση της προσωρινής

αποθήκευσης στην απόκριση του συστήματος. Όταν ενεργοποιείται η προσωρινή αποθήκευση δεδομένων, οι χρόνοι απόκρισης για διάφορα τελικά σημεία παρουσιάζουν σημαντικές βελτιώσεις.

Μετά από μια ολοκληρωμένη ανάλυση των χρόνων φόρτωσης των λειτουργιών της ιστοσελίδας, η παρούσα μελέτη εστιάζει τώρα στην αξιολόγηση των επιδόσεων των λειτουργιών του αλυσιδωτού κώδικα στο δίκτυο blockchain, Hyperledger Fabric.

Αυτή η μελέτη επικεντρώνεται στην ανάλυση επτά λειτουργιών εισαγωγής δεδομένων εντός του αλυσιδωτού κώδικα. Οι λειτουργίες αυτές αφορούν κρίσιμες εργασίες όπως η ανανέωση του καταλόγου των κορυφαίων κερδισμένων, η ενσωμάτωση άρθρων ειδήσεων, η αποθήκευση δεδομένων kline, η καταγραφή τεχνικών δεδομένων, η ενημέρωση των πληροφοριών αγοράς, η καταγραφή εκδηλώσεων και η διατήρηση των τρεχουσών τιμών.

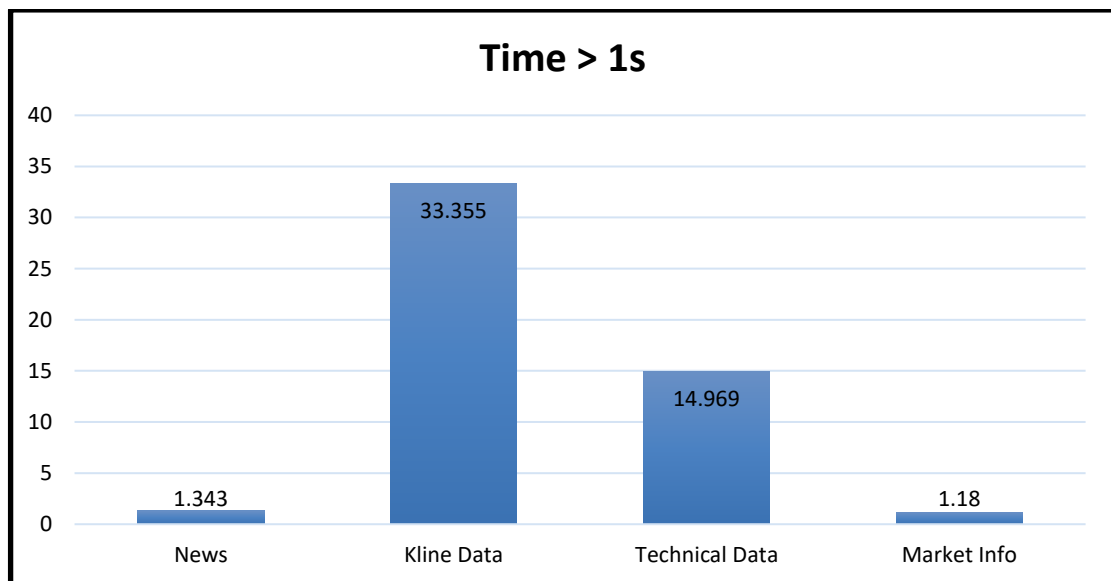
Αξίζει να σημειωθεί ότι οι λειτουργίες αυτές επικεντρώνονται στην εισαγωγή δεδομένων και όχι σε λειτουργίες ενημέρωσης ή διαγραφής. Αυτή η σχεδιαστική επιλογή ευθυγραμμίζεται με τη βασική αρχή της αμεταβλητότητας (immutability) στην τεχνολογία blockchain - μόλις τα δεδομένα καταγραφούν στο ledger, δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να διαγραφούν. Κατά συνέπεια, αυτές οι λειτουργίες εισαγωγής παίζουν κρίσιμο ρόλο στη διατήρηση της ακεραιότητας και της διαφάνειας της αλυσίδας μπλοκ, προσθέτοντας νέες καταχωρίσεις δεδομένων χωρίς να τροποποιούν τις υπάρχουσες.

Προχωρώντας στα αποτελέσματα του πειράματος, το πείραμα απέδωσε πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις επιδόσεις των λειτουργιών εισαγωγής του αλυσιδωτού κώδικα.

Ειδικότερα, η συνάρτηση με τα κορυφαία κρυπτονομίσματα (Top Gainers) επέδειξε εξαιρετική ταχύτητα εκτέλεσης, καθώς ολοκληρώθηκε σε μόλις 0,061 δευτερόλεπτα. Αντίθετα, η ενσωμάτωση άρθρων ειδήσεων απαιτούσε σημαντικά μεγαλύτερο χρόνο εκτέλεσης, 1.343 δευτερόλεπτα. Η πιο απαιτητική λειτουργία ήταν η εισαγωγή δεδομένων kline, η οποία κατανάλωσε 33.355 δευτερόλεπτα. Αναμενόμενο εφόσον τα

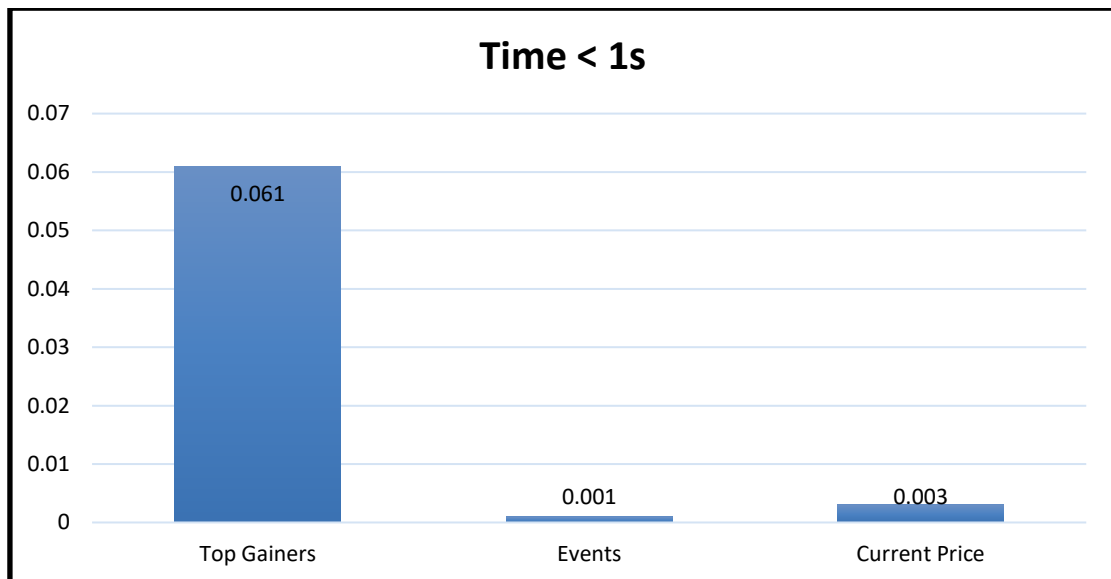
δεδομένα kline είναι για περίοδο δύο ετών. Η εισαγωγή τεχνικών δεδομένων ακολούθησε παρόμοια τάση, αν και με ταχύτερο ρυθμό, 14.969 δευτερόλεπτα. Η ενημέρωση των πληροφοριών της αγοράς απαιτούσε 1.180 δευτερόλεπτα, ενώ οι εισαγωγές εκδηλώσεων και τρέχουσας τιμής παρουσίασαν σχεδόν στιγμιαίους χρόνους εκτέλεσης 0,001 και 0,003 δευτερόλεπτα, αντίστοιχα.

Για καλύτερη οπτικοποίηση, τα δεδομένα χωρίζονται σε δύο διαγράμματα.



Σχήμα 5: Λειτουργίες εισαγωγής chaincode: Χρόνοι εκτέλεσης που ξεπερνούν το 1 δευτερόλεπτο

Το πρώτο διάγραμμα εστιάζει στις συναρτήσεις με χρόνους εκτέλεσης μεγαλύτερους από 1 δευτερόλεπτο, ενώ το δεύτερο διάγραμμα παρουσιάζει τις συναρτήσεις που ολοκληρώνονται εντός 1 δευτερολέπτου.



Σχήμα 6: Λειτουργίες εισαγωγής chaincode: Χρόνοι εκτέλεσης που ολοκληρώνονται σε 1 δευτερόλεπτο

Και τα δύο πειράματα επεξηγούν συλλογικά κρίσιμες πτυχές της απόδοσης και της λειτουργικότητας της πλατφόρμας CryptoArchive. Τα ευρήματα αυτά παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες και τις ευκαιρίες βελτίωσης της πλατφόρμας.

Το πρώτο πείραμα, αναλύοντας τους χρόνους φόρτωσης των λειτουργιών frontend, απέδωσε μια ολοκληρωμένη κατανόηση της απόκρισης και της αποτελεσματικότητας των τελικών σημείων (endpoints) που έχουν δημιουργηθεί. Η ανάλυση αποκάλυψε σημαντική επίδραση των μηχανισμών προσωρινής αποθήκευσης στους χρόνους απόκρισης. Τα endpoints με προσωρινή αποθήκευση παρουσίασαν αποδεδειγμένα ταχύτερες επιδόσεις σε σύγκριση με τα αντίστοιχα σημεία χωρίς προσωρινή αποθήκευση. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της εφαρμογής αποτελεσματικών στρατηγικών προσωρινής αποθήκευσης για τη βελτιστοποίηση της απόκρισης του συστήματος και τη διασφάλιση μιας απρόσκοπτης εμπειρίας χρήστη.

Επιπλέον, η ανάλυση των χρόνων φόρτωσης των τελικών σημείων αποκάλυψε διαφορές επιδόσεων μεταξύ των λειτουργιών. Ορισμένα τελικά σημεία παρουσίασαν σημαντικά μεγαλύτερους χρόνους απόκρισης σε σύγκριση με άλλα. Ο εντοπισμός αυτών των σημείων συμφόρησης μας επιτρέπει σε μελλοντικό χρόνο, να θέσουμε προτεραιότητες στις προσπάθειες βελτιστοποίησης.

Προχωρώντας στο δεύτερο πείραμα, το οποίο αξιολόγησε την απόδοση των λειτουργιών εισαγωγής αλυσιδωτού κώδικα, πάρθηκαν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την αποδοτικότητα και την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών backend. Τα ευρήματα αυτά είναι καίριας σημασίας για την κατανόηση των απαιτήσεων σε πόρους και των υπολογιστικών απαιτήσεων που σχετίζονται με την εισαγωγή δεδομένων στο ledger.

Ειδικότερα, το πείραμα επισήμανε διαφορές στους χρόνους εκτέλεσης μεταξύ των διαφορετικών λειτουργιών εισαγωγής, με ορισμένες να ολοκληρώνονται σε λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο και άλλες να απαιτούν σημαντικά μεγαλύτερη διάρκεια. Αυτή η απόκλιση υπογραμμίζει την περιπλοκότητα του blockchain και τη σημασία της βελτιστοποίησης της λογικής του αλυσιδωτού κώδικα για την ελαχιστοποίηση των χρόνων εκτέλεσης και την ενίσχυση της αποδοτικότητας του συστήματος.

Κεφάλαιο 8

Συμπεράσματα / Μελλοντικές Επεκτάσεις

8.1 Συμπεράσματα	78
8.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις	80

8.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώθηκε στην παρουσίαση και τη δημιουργία μιας νέας λύσης για την υπέρβαση των περιορισμών που αντιμετωπίζουν τα συμβατικά συστήματα αποθήκευσης δεδομένων στις πλατφόρμες ανταλλαγής κρυπτονομισμάτων.

Ο κύριος στόχος ήταν η αξιοποίηση της τεχνολογίας blockchain για τη βελτίωση της ασφάλειας, της ακεραιότητας και της αποτελεσματικότητας της αποθήκευσης και της πρόσβασης σε βασικά δεδομένα κρυπτονομισμάτων. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, ο ιστότοπος CryptoArchive σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ως μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα για την αποθήκευση, ανάκτηση και ανάλυση πληροφοριών κρυπτονομισμάτων.

Αφού αρχικά μελετήθηκε ο τρόπος και οι ιδιαιτερότητες λειτουργίας των τεχνολογιών blockchain, ακολούθως εξετάστηκαν οι υπάρχουσες πλατφόρμες ανταλλαγής κρυπτονομισμάτων, εστιάζοντας στις παραδοσιακές βάσεις δεδομένων που χρησιμοποιούν. Στη συνέχεια, αναλύθηκαν τα διάφορα προβλήματα που αντιμετωπίζουν αυτές οι πλατφόρμες και διερευνήθηκαν οι τρόποι με τους οποίους το blockchain μπορεί να παρέχει λύσεις σε αυτά τα προβλήματα.

Για τη δημιουργία του CryptoArchive χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία και τεχνολογίες, όπως Python για την ανάπτυξη του backend, το FastAPI για τη δημιουργία RESTful APIs, το Jinja2 για την ανάπτυξη template από την πλευρά του διακομιστή,

HTML, JavaScript και CSS για την ανάπτυξη του frontend, το Bootstrap για τον ευέλικτο σχεδιασμό και TypeScript για την ανάπτυξη των έξυπνων συμβολαίων για το Hyperledger Fabric. Η αρχιτεκτονική του CryptoArchive περιλαμβάνει ένα καταναεμημένο σύστημα που περιλαμβάνει πολλαπλά επίπεδα, συμπεριλαμβανομένου του επιπέδου δεδομένων, του επιπέδου αποθήκευσης και του επιπέδου οπτικοποίησης. Το Docker Compose χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία containers, ενώ οι εργασίες cron διευκόλυναν τις περιοδικές ενημερώσεις δεδομένων, οι οποίες διασφαλίζουν ότι η πλατφόρμα CryptoArchive είναι πάντα ενημερωμένη.

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους της παρούσας εργασίας ήταν η διεξαγωγή πειραμάτων για την αξιολόγηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης πλατφόρμας. Τα πειράματα επικεντρώθηκαν σε δύο βασικές πτυχές: τους χρόνους φόρτωσης των λειτουργιών της ιστοσελίδας και τους χρόνους εκτέλεσης των λειτουργιών εισαγωγής αλυσιδωτού κώδικα. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων παρείχαν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την απόδοση της πλατφόρμας CryptoArchive.

Σε γενικές γραμμές, τα πειράματα απέδωσαν θετικά αποτελέσματα, αποδεικνύοντας ότι η προτεινόμενη λύση μπορεί να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά τις προκλήσεις που εντοπίζονται στα παραδοσιακά συστήματα αποθήκευσης δεδομένων. Οι χρόνοι φόρτωσης των λειτουργιών της ιστοσελίδας ήταν εντός αποδεκτών ορίων, υποδεικνύοντας μια ευέλικτη και φιλική προς τον χρήστη διεπαφή. Ομοίως, οι χρόνοι εκτέλεσης των λειτουργιών εισαγωγής αλυσιδωτού κώδικα ήταν ικανοποιητικοί, αποδεικνύοντας την αποτελεσματική εισαγωγή δεδομένων στο δίκτυο αλυσίδας μπλοκ.

Η ανάπτυξη του CryptoArchive και η διαδικασία πειραματισμού δεν ήταν απαλλαγμένη από τις εγγενείς προκλήσεις. Τα τεχνικά εμπόδια, όπως η δημιουργία μιας εύκολης σε χρήση ιστοσελίδας, η δημιουργία των endpoints και η εγγύηση της συνέπειας των δεδομένων σε όλο το δίκτυο blockchain, παρουσίασαν σημαντικά εμπόδια. Επιπλέον, ο συντονισμός της ενσωμάτωσης διαφορετικών στοιχείων και η διασφάλιση της απρόσκοπτης συμβατότητας μεταξύ διαφορετικών τεχνολογιών και APIs απαιτούσε σχολαστικό σχεδιασμό και εκτέλεση.

Εν κατακλείδι, η εν λόγω διπλωματική εργασία πέτυχε σε μεγάλο βαθμό τους στόχους της, προτείνοντας, σχεδιάζοντας και υλοποιώντας μια λύση που τροφοδοτείται με blockchain για την αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Ενώ το έργο αντιμετώπισε αναμφίβολα προκλήσεις, η επιτυχής ολοκλήρωση του χρησιμεύει για να αναδείξει τις μετασχηματιστικές δυνατότητες της τεχνολογίας blockchain στην επανάσταση της διαχείρισης δεδομένων στον τομέα της ψηφιακής χρηματοδότησης και όχι μόνο.

8.2 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Με το βλέμμα στραμμένο στο μέλλον, υπάρχουν πολλές δυνατότητες για περαιτέρω βελτίωση και τελειοποίηση της πλατφόρμας CryptoArchive, η οποία αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Αξιοποιώντας τις πολύτιμες γνώσεις που αποκτήθηκαν από τα πειράματα που διεξήχθησαν, οι μελλοντικές προσπάθειες θα μπορούσαν να δώσουν προτεραιότητα στη βελτιστοποίηση της απόδοσης των endpoints και των λειτουργιών του chaincode. Αυτό θα μεταφραζόταν τελικά σε βελτιωμένη απόκριση του συστήματος και σε μια πιο απρόσκοπτη εμπειρία χρήστη.

Για παράδειγμα, λειτουργίες όπως οι «Bollinger» και «Similarity Analysis» παρουσίασαν ιδιαίτερα υψηλούς χρόνους εκτέλεσης κατά τη διάρκεια των πειραμάτων, υποδεικνύοντας την ανάγκη βελτιστοποίησης για τη μείωση της καθυστέρησης που σχετίζεται με αυτές τις λειτουργίες.

Επίσης, ένας άλλος βασικός τομέας βελτίωσης θα μπορούσε να περιλαμβάνει τον εξορθολογισμό των διαδικασιών ανάκτησης δεδομένων εντός του δικτύου Fabric με την εφαρμογή αποδοτικότερων αλγορίθμων ή την αξιοποίηση προηγμένων τεχνικών ευρετηρίασης (indexing) προσαρμοσμένων στην αρχιτεκτονική του Fabric.

Επιπλέον, η βελτίωση των συναρτήσεων του chaincode για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης πόρων και τη μεγιστοποίηση της απόδοσης αλλά και η καλύτερη

οργάνωση των πινάκων που δημιουργήθηκαν στο Fabric, θα μπορούσαν να συμβάλουν σημαντικά στην ταχύτερη απόκριση.

Περαιτέρω, η διεξαγωγή μελετών χρηστών (user studies) με μια ομάδα επενδυτών, εμπόρων και τεχνικών αναλυτών θα μπορούσε να αποφέρει ανεκτίμητες πληροφορίες σχετικά με τη χρηστικότητα, τη λειτουργικότητα και το σύνολο των χαρακτηριστικών της πλατφόρμας. Με την ανατροφοδότηση από τελικούς χρήστες, το CryptoArchive μπορεί να αποκτήσει βαθύτερη κατανόηση των αναγκών, των προκλήσεων και των προτιμήσεων των χρηστών. Αυτή η κατανόηση μπορεί στη συνέχεια να καθοδηγήσει σε πιο εστιασμένες βελτιώσεις και επεκτάσεις.

Κλείνοντας, η διατήρηση αξιόπιστων πρακτικών διαχείρισης δεδομένων είναι απαραίτητη για την αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων κρυπτονομισμάτων. Μια σημαντική πρόκληση έγκειται στην πιθανή ασυνέπεια ή μη προσβασιμότητα των δεδομένων που ανακτώνται μέσω API. Για να ξεπεραστεί αυτό το εμπόδιο, οι επόμενες εκδόσεις της πλατφόρμας CryptoArchive θα ενσωματώσουν ισχυρούς μηχανισμούς επικύρωσης δεδομένων και failover. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός API, το σύστημα θα μεταβαίνει απρόσκοπτα σε εναλλακτικές πηγές δεδομένων, εξασφαλίζοντας την αδιάλειπτη διαθεσιμότητα των δεδομένων. Επιπλέον, η πλατφόρμα θα ενσωματώνει στρατηγικές προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων, αποθηκεύοντας δεδομένα που έχουν ανακτηθεί προηγουμένως, ώστε να λειτουργούν ως εφεδρικά κατά τη διάρκεια διακοπών API. Αυτές οι βελτιώσεις όχι μόνο θα ενισχύσουν την αξιοπιστία της ανάκτησης δεδομένων αλλά και θα διασφαλίσουν την ακεραιότητα και τη συνέχεια των πληροφοριών που παρέχονται στους χρήστες.

Βιβλιογραφία

- [1] **Adam Hayes.** "Stochastic Oscillator: What It Is, How It Works, How To Calculate" Investopedia, Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/s/stochasticoscillator.asp>
- [2] **A. Mousa, M. Karabatak and T. Mustafa,** "Database Security Threats and Challenges," 2020 8th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS), Beirut, Lebanon, 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ISDFS49300.2020.9116436.
- [3] **Cedric Thompson.** "Bollinger Bands: What They Are, and What They Tell Investors" Investopedia, Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/b/bollingerbands.asp>
- [4] **Chaudhry, N., & Yousaf, M.M. (2018).** Consensus Algorithms in Blockchain: Comparative Analysis, Challenges and Opportunities. 2018 12th International Conference on Open Source Systems and Technologies (ICOSST), 54-63.
- [5] **Dipu, Rohul Amin. (2020).** 51% Attacks on blockchain: A Solution Architecture for Blockchain to Secure IoT with Proof of Work. 10.13140/RG.2.2.13763.12328.
- [6] **Elli Androulaki, Artem Barger, Vita Bortnikov, Christian Cachin, Konstantinos Christidis, Angelo De Caro, David Enyeart, Christopher Ferris, Gennady Laventman, Yacov Manevich, Srinivasan Muralidharan, Chet Murthy, Binh Nguyen, Manish Sethi, Gari Singh, Keith Smith, Alessandro Sorniotti, Chrysoula Stathakopoulou, Marko Vukolić, Sharon Weed Cocco, and Jason Yellick. 2018.** Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains. In Proceedings of the Thirteenth EuroSys Conference (EuroSys '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 30, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3190508.3190538>
- [7] **Ezéchiél, Katembo & Kant, Shri & Agarwal, Dr. (2019).** "A systematic review on Distributed Databases Systems and their techniques. " Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 96.

- [8] **Hamouda, Mohamed & Nassar, Mohammed & Salama, M.M.A..** (2021). "Centralized Blockchain-Based Energy Trading Platform for Interconnected Microgrids. " IEEE Access. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2021.3090213.
- [9] **Hassan, M. Kabir & Hudaefi, Fahmi & Caraka, Rezzy.** (2021). Mining netizen's opinion on cryptocurrency: sentiment analysis of Twitter data. Studies in Economics and Finance. 39. 365-385. 10.1108/SEF-06-2021-0237.
- [10] **Klaytn.** "A Comparison of Blockchain Network Latencies." **Medium, 21 June 2022,** <https://medium.com/klaytn/a-comparison-of-blockchain-network-latencies-7508509b8460>.
- [11] **Kutikov, A. (n.d.).** "How to Build a Cryptocurrency Exchange Like Binance." Retrieved from <https://4irelabs.com/articles/how-to-build-a-cryptocurrency-exchange-like-binance/>
- [12] **Leem, Duane.** "What is a Candlestick Shadow?" Warrior Trading, Retrieved from <https://www.warriortrading.com/candlestick-shadow/>
- [13] **Leyva, Gonzalo & Dwivedi, Ashutosh & Pedersen, Jens.** (2024). CincoCrypto - A Cryptocurrency Price Forecasting Tool for Everyone. 10.1007/978-3-031-53085-2_21. Retrieved from https://projekter.aau.dk/projekter/files/536739877/Cryptocurrency_Master_Thesis.pdf
- [14] **M. Djonov, M. Galabov and T. Georgieva-Trifonova,** "Solving IoT Security and Scalability Challenges with Blockchain," 2021 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT), Ankara, Turkey, 2021, pp. 52-56, doi: 10.1109/ISMSIT52890.2021.9604700.
- [15] **M. Di Pierro,** "What Is the Blockchain?," in Computing in Science & Engineering, vol. 19, no. 5, pp. 92-95, 2017, doi: 10.1109/MCSE.2017.3421554.
- [16] **M. J. M. Chowdhury, A. Colman, M. A. Kabir, J. Han and P. Sarda,** "Blockchain Versus Database: A Critical Analysis," 2018 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications/ 12th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering (TrustCom/BigDataSE), New York, NY, USA, 2018, pp. 1348-1353, doi: 10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00186.
- [17] **N. Gharpure and A. Rai,** "Vulnerabilities and Threat Management in Relational Database Management Systems," 2022 5th International Conference

- on Advances in Science and Technology (ICAST), Mumbai, India, 2022, pp. 369-374, doi: 10.1109/ICAST55766.2022.10039599.
- [18] **Rahul Nambiampurath.** " Explaining Bitcoin Transaction Fees" Beincrypto, Retrieved from <https://beincrypto.com/learn/explaining-bitcoin-transaction-fees/>
 - [19] **R. Ramadoss,** "Blockchain technology: An overview," in IEEE Potentials, vol. 41, no. 6, pp. 6-12, Nov.-Dec. 2022, doi: 10.1109/MPOT.2022.3208395.
 - [20] **R. Saranya and A. Murugan,** "A Hyperledger Fabric-based System Framework for Healthcare Data Management," 2023 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), Erode, India, 2023, pp. 552-556, doi: 10.1109/ICCMC56507.2023.10083620.
 - [21] **S. S. Taher, S. Y. Ameen and J. A. Ahmed,** "Blockchain for Big Data Security, Issues, Challenges and Future Directions," 2022 4th International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE), Zakho, Iraq, 2022, pp. 101-106, doi: 10.1109/ICOASE56293.2022.10075570.
 - [22] **S. Ranjan, A. Negi, H. Jain, B. Pal and H. Agrawal,** "Network System Design using Hyperledger Fabric: Permissioned Blockchain Framework," 2019 Twelfth International Conference on Contemporary Computing (IC3), Noida, India, 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/IC3.2019.8844940.
 - [23] **Sujaya Maiyya, Victor Zakhary, Divyakant Agrawal, and Amr El Abbadi.** 2018. "Database and distributed computing fundamentals for scalable, fault-tolerant, and consistent maintenance of blockchains. " Proc. VLDB Endow. 11, 12 (August 2018), 2098–2101.
 - [24] **The Investopedia Team.** (2023, August 24). Hyperledger Fabric: Definition, Example, Risks and 2.0 Version. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/h/hyperledger-fabric.asp>
 - [25] **Wang, Huaimin & Zheng, Zibin & Xie, Shaoan & Dai, Hong-Ning & Chen, Xiangping. (2018).** Blockchain challenges and opportunities: a survey. International Journal of Web and Grid Services. 14. 352 - 375. 10.1504/IJWGS.2018.10016848.
 - [26] **Z. Zheng, S. Xie, H. Dai, X. Chen and H. Wang,** "An Overview of Blockchain Technology: Architecture, Consensus, and Future Trends," 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress), Honolulu, HI, USA, 2017, pp. 557-564, doi: 10.1109/BigDataCongress.2017.85.

