



**ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ &
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

ΤΜΗΜΑ Πληροφορικής

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Τεχνολογίες Cloud Computing και Βάσεις Δεδομένων: Μία
βιβλιογραφική επισκόπηση»**

Υποψήφιος: ΑΡΣΕΝΗΣ ΑΥΛΩΝΙΤΗΣ Π2015197

Επιβλέπουσα: Άννα Σωτηροπούλου, μέλος ΕΔΙΠ

KEPKYPA, 2023

Τίτλος Πτυχιακής

Η πτυχιακή εργασία εγκρίθηκε από:

Άννα Σωτηροπούλου, μέλος ΕΔΙΠ

**Κάτια-Λήδα Κερμανίδου, Αναπληρώτρια
Καθηγήτρια**

Ανδρέας Καναβός, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Άννα Σωτηροπούλου, μέλος ΕΔΙΠ για την καθοδήγηση που μου προσέφερε και το χρόνο που διέθεσε δίνοντάς μου χρήσιμες συμβουλές και οδηγίες για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας. Στο ίδιο πλαίσιο ευγνωμοσύνης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του Τμήματος για τη συμβολή τους στην επιστημονική και τεχνολογική μου συγκρότηση στα χρόνια της φοίτησής μου στο Τμήμα.

Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους εκείνους που συνέβαλαν είτε πρακτικά είτε ψυχικά στην ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την υποστήριξη, καθώς και και τους φίλους για την ηθική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το cloud computing αποτελεί μία επαναστατική προσέγγιση στον χώρο της πληροφορικής. Παρέχει μεγάλο αποθηκευτικό χώρο, υπηρεσίες μέσω διαδικτύου και υπολογιστική ισχύ και οι χρήστες δεν εξαρτώνται πλέον από τους τοπικούς υπολογιστές αλλά μπορούν να συνδεθούν στα δεδομένα τους από οπουδήποτε αρκεί να υπάρχει πρόσβαση στο διαδίκτυο. Συνεπώς, διευκολύνεται η επεξεργασία, ο διαμοιρασμός και η διαχείριση των δεδομένων έχοντας ως αποτέλεσμα την ευελιξία και παράλληλα οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί μπορούν να μειώσουν το λειτουργικό τους κόστος και να αυξήσουν την ασφάλεια των δεδομένων.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση του cloud computing όπου εξετάζονται σε βάθος έρευνες που εστιάζουν στις τεχνολογίες και τις υπηρεσίες του cloud computing. Τέλος, τα ευρήματα από την παρούσα έρευνα μπορούν να χρησιμεύσουν ως μία πηγή για μία μελλοντική έρευνα.

ABSTRACT

Cloud computing represents a revolutionary approach to the field of information technology. It provides substantial storage space, internet-based services and liberating users from dependence on local computers. Users can access their data from anywhere with internet connectivity, facilitating data processing, sharing and management, resulting in increases flexibility. Businesses and organizations can reduce their operational costs and enhance data security.

This project serves as a bibliographic overview of cloud computing, delving into depth research focusing on cloud computing technologies and services. The results from this study can serve as a valuable resource for future research.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Ευχαριστίες	3
	Περίληψη	4
	Abstract	5
	Περιεχόμενα	6
	Λίστα Διαγραμμάτων	8
	Λίστα Εικόνων	9
	Εισαγωγή	10
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο – ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1	Βασικές Έννοιες	12
1.2	Κατηγορίες Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων	12
1.3	Οικοσύστημα Cloud – Cloud Ecosystem	16
1.4	Μοντέλα Υπηρεσιών του Cloud Computing	18
1.5	Σύνοψη 1 ^{ου} Κεφαλαίου	29
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	
2.1	Εισαγωγή	30
2.2	Πρώτη Βιβλιογραφική Αναφορά	31
2.3	Δεύτερη Βιβλιογραφική Αναφορά	37
2.4	Τρίτη Βιβλιογραφική Αναφορά	43
2.5	Τέταρτη Βιβλιογραφική Αναφορά	49
2.6	Πέμπτη Βιβλιογραφική Αναφορά	54
2.6	Σύνοψη 2 ^{ου} Κεφαλαίου	59
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΑΝΑΦΟΡΩΝ	
3.1	Εισαγωγή	60

3.2	Διαδικασία Σύγκρισης και Ανάλυσης	60
3.3	Προστασία Δεδομένων και Ασφάλεια	61
3.4	Πεδία Εφαρμογής	62
3.5	Μορφή Έρευνας	63
3.6	Cloud Computing και Artificial Intelligent	64
3.7	Σύνοψη 3 ^{ου} Κεφαλαίου	
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΤΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ	
4.1	Εισαγωγή	65
4.2	Περιορισμοί	65
4.3	Εξελίξεις και Τάσεις	66
4.4	Το Μέλλον του Cloud Computing	67
4.5	Σύνοψη 4 ^{ου} Κεφαλαίου	69
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70

Λίστα Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1	Σύγκριση Μοντέλων Υπηρεσιών	σελ.
Διάγραμμα 2.1	Παρουσίαση Βιβλιογραφικών Πηγών	σελ.
Διάγραμμα 2.2	Διάγραμμα Ροής Προτεινόμενου Μοντέλου	σελ.
Διάγραμμα 2.3	Σύγκριση Τεχνικών Προστασίας Δεδομένων	σελ.

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1.1	Cloud Ecosystem	σελ.
Εικόνα 1.2	Μοντέλα Computing Cloud	σελ.
Εικόνα 1.3	Πάροχοι IaaS	σελ.
Εικόνα 1.4	Μοντέλο Υπηρεσιών IaaS	σελ.
Εικόνα 1.5	Υπηρεσία PaaS	σελ.
Εικόνα 1.6	Μοντέλο SaaS	σελ.
Εικόνα 1.7	Δημοφιλείς Πάροχοι SaaS	σελ.
Εικόνα 2.1	Ανάλυση Χρόνου Εκτέλεσης	σελ.
Εικόνα 2.2	Επισκόπηση Πλατφόρμας	σελ.
Εικόνα 2.3	Επισκόπηση Πλατφόρμας HSP	σελ.
Εικόνα 2.4	Αρχιτεκτονική HSP – Λειτουργικότητα	σελ.
Εικόνα 2.5	Αρχιτεκτονική HSP – Λογισμικό	σελ.
Εικόνα 2.6	Σύγκριση Άρθρων ανά Τομέα Εφαρμογής	σελ.
Εικόνα 2.7	Ταξινόμηση Άρθρων ανά Τομέα Εφαρμογής	σελ.
Εικόνα 2.8	Δημοσιευμένα Άρθρα ανά Τομέα και Χρονιά	σελ.
Εικόνα 2.9	Σύγκριση Δημοσιεύσεων Blockchain-as-a-Service	σελ.
Εικόνα 2.10	Σύγκριση Δημοσιεύσεων ανά Έτος	σελ.
Εικόνα 2.11	Σύγκριση Υπηρεσιών Blockchain ανά Πάροχο	σελ.
Εικόνα 2.12	Διάγραμμα Ροής Τοπικού Διαμεσολαβητή	σελ.
Εικόνα 2.13	Βασικά Συστατικά Cloud Computing	σελ.
Εικόνα 4.1	Αρχιτεκτονική Hybrid Multi-Cloud	σελ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εποχή της ψηφιακής επανάστασης έχει φέρει πολλές και σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που ο κόσμος αντιλαμβάνεται και διαχειρίζεται τα δεδομένα. Οι τεχνολογίες του Cloud Computing και των Βάσεων Δεδομένων αποτελούν μία από τις προτεραιότητες για τις έρευνες στην πληροφορική. Η διαχείριση, ανάκτηση, αποθήκευση και ασφάλεια των δεδομένων αποτελούν σημαντικές λειτουργίες σε πολλούς τομείς όπως σε οργανισμούς, επιχειρήσεις και στον τομέα της υγείας, της καλλιέργειας και της βιομηχανίας.

Η πτυχιακή εργασία με τίτλο “Τεχνολογίες Cloud Computing και Βάσεις Δεδομένων: Μία βιβλιογραφική επισκόπηση” επικεντρώνεται στην παρουσίαση και την κατανόηση των θεμάτων τα οποία σχετίζονται με το cloud computing και τις Βάσεις Δεδομένων. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας αποτελεί η ανάλυση της λειτουργίας των Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων και του Cloud Computing και η παρουσίαση των προκλήσεων και των ευκαιριών που προσφέρονται. Επιπλέον εξετάζονται οι περιορισμοί και οι αδυναμίες που μπορεί να παρουσιαστούν με σκοπό την διασφάλιση της ακρίβειας και ασφάλειας των δεδομένων. Για την προσέγγιση της εργασίας έγινε βιβλιογραφική επισκόπηση του σχετικού ερευνητικού πεδίου. Μελετήθηκε πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών και ερευνητικά άρθρα από διαφορετικές πηγές. Η βιβλιογραφική επισκόπηση αποτελεί σημαντικό μέρος κάθε ερευνητικής εργασίας καθώς συμβάλει στην ανάπτυξη της γνώσης και της κατανόησης του κάθε πεδίου.

Η πτυχιακή εργασία δομείται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, το οποίο είναι εισαγωγικό, παρέχονται βασικές έννοιες των Βάσεων Δεδομένων και οι διάφορες κατηγορίες των Συστημάτων Διαχείρισης των Βάσεων Δεδομένων. Επιπλέον, παρουσιάζεται το οικοσύστημα του cloud computing και αναλύονται τα βασικά μοντέλα υπηρεσιών του cloud computing, του Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) και Software as a Service (SaaS). Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι πέντε βιβλιογραφικές αναφορές που υλοποιήθηκαν από την μελέτη των ερευνών. Αναλύονται τα κύρια ευρήματα και οι προτάσεις που προέκυψαν από τις ερευνητικές εργασίες. Τα θέματα των ερευνών αφορούν την ανάπτυξη ασφαλούς πρωτοκόλλου για τον

έλεγχο της ακεραιότητας των δεδομένων σε περιβάλλον multi cloud, την σχεδίαση αρχιτεκτονικής πλατφόρμας λογισμικού για υπηρεσίες υγείας και μικρομεσαίες επιχειρήσεις, την τεχνολογία blockchain και την ενοποίησή της με το cloud computing αλλά και μια πλούσια πηγή πληροφοριών σχετικές με το cloud ecosystem και του συνδυασμού με την τεχνητή νοημοσύνη.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί την σύγκριση μεταξύ των βιβλιογραφικών αναφορών οι οποίες παρουσιάστηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο. Η σύγκριση αφορά θέματα ασφάλειας και προστασίας των δεδομένων των χρηστών καθώς και τα πεδία εφαρμογής των τεχνολογιών που ερευνώνται. Επιπλέον, το συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάζει τη μορφή των ερευνών και εξετάζεται η σχέση του cloud computing με την τεχνητή νοημοσύνη. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται μελλοντικές εξελίξεις και προοπτικές στον τομέα του cloud computing και των Βάσεων Δεδομένων. Αρχικά αναφέρονται οι περιορισμοί που έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια με την εφαρμογή του cloud computing στην συνέχεια παρουσιάζονται οι εξελίξεις και οι νέες τάσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Βασικές Έννοιες

- **Data Base / Βάση Δεδομένων:** Αποτελεί μια οργανωμένη συλλογή δομημένων πληροφοριών ή δεδομένων, όπου αποθηκεύονται ηλεκτρονικά σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Συνληθώς, η διαχείριση μιας βάσης δεδομένων ελέγχεται από ένα Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ).

Συνολικά, τα δεδομένα, το ΣΔΒΔ και οι εφαρμογές οι οποίες σχετίζονται με αυτά, αναφέρονται ως Σύστημα Βάσης Δεδομένων και συχνά συντομεύεται σε απλή Βάση Δεδομένων. Τα δεδομένα εντός των πιο κοινών τύπων βάσεων δεδομένων που λειτουργούν σήμερα μοντελοποιούνται συνήθως σε γραμμές και στήλες σε μια σειρά πινάκων για να καταστήσουν αποτελεσματική την επεξεργασία και την αναζήτηση δεδομένων. Τα δεδομένα μπορούν στη συνέχεια να είναι εύκολα προσβάσιμα από τον χρήστη και είναι εφικτή η διαχείριση, η τροποποίηση, η ενημέρωση, ο έλεγχος και η οργάνωσή τους. Οι περισσότερες Βάσεις Δεδομένων χρησιμοποιούν την γλώσσα ερωτημάτων SQL (Structured Query Language) για την διαχείριση και την αναζήτηση των δεδομένων. [1]

1.2 Κατηγορίες Συστημάτων Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων

- **Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων**

Οι Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων έγιναν εξαιρετικά δημοφιλείς κατά τη δεκαετία του 1980. Μια σχεσιακή βάση δεδομένων οργανώνεται ως ένα σύνολο πινάκων με στήλες και γραμμές, προσφέροντας έναν αποτελεσματικό και ευέλικτο τρόπο ευέλικτο τρόπο πρόσβασης στις δομημένες πληροφορίες. Σημαντικό εργαλείο για τις συγκεκριμένες βάσεις είναι η σχεσιακή άλγεβρα, η οποία ορίζεται ως ένα σύνολο από πράξεις που, όταν εφαρμοστούν σε σχέσεις (πίνακες), μας δίνουν νέες σχέσεις. Μια ερώτηση εφαρμόζεται σε ένα στιγμιότυπο σχέσης και το αποτέλεσμα της ερώτησης είναι πάλι ένα στιγμιότυπο σχέσης. Κάθε σχέση περιλαμβάνει πολλές εγγραφές που αντιπροσωπεύουν τα δεδομένα της βάσης. Τα δεδομένα μπορούν να αναζητηθούν, να

τροποποιηθούν και να διαχειριστούν μέσω ερωτημάτων SQL ή άλλων μεθόδων που υποστηρίζονται από το Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων (ΣΔΒΔ) της βάσης. [2]

- **Αντικειμενοστραφείς Βάσεις Δεδομένων**

Οι Αντικειμενοστραφείς Βάσεις Δεδομένων (OODB, Object-Oriented Database) αναπαριστούν τις πληροφορίες σε μορφή αντικειμένων, όπως στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό. Οι συγκεκριμένες βάσεις προέκυψαν λόγω των αναγκών για ανάπτυξη πολύπλοκων συστημάτων εφαρμογής πληροφοριών, για τα οποία οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων δεν ήταν αποδοτικές. Η κύρια διαφορά που τις διακρίνει είναι ότι τα δεδομένα αντιμετωπίζονται ως αντικείμενα αυθαίρετου τύπου, επιτρέποντας περισσότερη ευελιξία και πολυπλοκότητα στη δομή και οργάνωσή τους.

- **Κατανεμημένες Βάσεις Δεδομένων**

Είναι ένας ειδικός τύπος βάσης δεδομένων, όπου αποτελείται από δύο ή περισσότερες βάσεις δεδομένων και τα δεδομένα αποθηκεύονται σε διάφορα απομακρυσμένα υπολογιστικά συστήματα, όπως σε διάφορους ιστότοπους, τα οποία συνδέονται μέσω δικτύου. Αυτό επιτρέπει την αποτελεσματική αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων σε πολλούς υπολογιστές οι οποίοι μπορεί να βρίσκονται στην ίδια φυσική τοποθεσία ή να είναι διασκορπισμένοι σε διαφορετικά δίκτυα. Με αυτή την τεχνική παρέχεται αυξημένη απόδοση, διαθεσιμότητα και ανθεκτικότητα. Οι κατανεμημένες βάσεις δεδομένων χρησιμοποιούνται συχνά σε μεγάλα και πολύπλοκα συστήματα όπου η αποθήκευση και διαχείριση μεγάλων όγκων δεδομένων απαιτεί αποτελεσματική κατανομή του φόρτου, υψηλές επιδόσεις και ανθεκτικότητα σε αποτυχίες.

- **Αποθήκες Δεδομένων (Data Warehouses)**

Ένα κεντρικό αποθετήριο δεδομένων αποτελεί μια Αποθήκη Δεδομένων, σχεδιασμένη ειδικά για γρήγορη αναζήτηση, ανάλυση και αποθήκευση δεδομένων. Λειτουργεί ως κεντρικός οργανωτικός πυρήνας για την αποθήκευση και διαχείριση μεγάλου όγκου πληροφοριών. Οι Αποθήκες Δεδομένων παρέχουν προηγμένες δυνατότητες αναζήτησης, ανάλυσης και αναφοράς δεδομένων, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να αντλούν πολύτιμες πληροφορίες για τη λήψη έξυπνων αποφάσεων.

- **Βάσεις Δεδομένων NoSQL**

Οι Βάσεις Δεδομένων NoSQL, ή αλλιώς μη Σχεσιακές Βάσεις Δεδομένων, επιτρέπουν την αποθήκευση και χειρισμό μη δομημένων και ημιδομημένων δεδομένων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση διαφέρει από μια σχεσιακή βάση δεδομένων, όπου τα δεδομένα πρέπει να συμμορφώνονται σε ένα ορισμένο σχήμα πριν την αποθήκευση. Οι βάσεις δεδομένων NoSQL έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλείς, καθώς οι εφαρμογές του ιστού έγιναν όλο και πιο κοινές και πιο περίπλοκες. Η επιλογή NoSQL προσφέρει ευελιξία και απόδοση, επιτρέποντας σε εφαρμογές μεγάλης κλίμακας να χειριστούν αυξημένο φόρτο εργασίας και διατρέχοντας δεδομένα με πιο προοδευτικούς τρόπους. [3]

- **Βάσεις Δεδομένων Γραφημάτων**

Οι συγκεκριμένες βάσεις αποθηκεύουν δεδομένα με βάση τις οντότητες και τις σχέσεις μεταξύ αυτών. Χρησιμοποιούνται ευρέως για ισχυρά διασυνδεδεμένα δεδομένα και περιπτώσεις όπου η συνολική δομή των δεδομένων έχει μεγαλύτερη σημασία από το περιεχόμενό τους. Κάθε στοιχείο ονομάζεται κόμβος και μπορεί να έχει οποιονδήποτε αριθμό ιδιοτήτων, παρόμοια με τον τρόπο λειτουργίας μιας βάσης δεδομένων εγγράφων. Σε μία βάση δεδομένων εγγράφων, κάθε κόμβος αποθηκεύεται ως ξεχωριστό έγγραφο σε μια συλλογή (πίνακας) εγγράφων, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται. Το μοντέλο γραφημάτων επιτρέπει πιο περίπλοκες δομές δεδομένων και δυνατότητες ερωτήσεων, καθιστώντας το ιδανικό για περιβάλλοντα όπου οι σχέσεις και οι συνδέσεις μεταξύ των δεδομένων είναι σημαντικές. [4]

- **Βάσεις Δεδομένων OLTP**

Οι βάσεις δεδομένων OLTP, Online Transaction Processing, αποτελούν μια κλάση συστημάτων που εξυπηρετούν και διαχειρίζονται εφαρμογές προσανατολισμένες στην ταχεία και αποτελεσματική εισαγωγή και επεξεργασία μικρών και συχνών δοσοληψιών. Διαχειρίζονται τα τρέχοντα δεδομένα και τα αποθηκεύουν. Χαρακτηρίζονται από τον μεγάλο αριθμό μικρών ηλεκτρονικών δοσοληψιών και την γρήγορη απόκριση σε πραγματικό χρόνο προς τους χρήστες. Οι συγκεκριμένες βάσεις αποτελούν λειτουργικά δεδομένα. Είναι δομημένες και λεπτομερώς οργανωμένες, με σκοπό να ευνοούν την ταχύτητα, την απόδοση, την αξιοπιστία, την ακεραιότητα των δεδομένων και την ασφάλεια. Οι βάσεις δεδομένων είναι σχεδιασμένες για να είναι ομαλοποιημένες, πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει ελάχιστος ή καθόλου πλεονασμός δεδομένων. Ο κύριος σκοπός των βάσεων δεδομένων OLTP είναι ο έλεγχος ή η εκτέλεση θεμελιωδών επιχειρηματικών διαδικασιών.

- **Βάση Δεδομένων Cloud**

Είναι ένας τύπος βάσης δεδομένων όπου αποτελείται από μια συλλογή δεδομένων, είτε δομημένων είτε μη, οι οποίες φιλοξενούνται σε μια ιδιωτική, δημόσια ή υβριδική πλατφόρμα cloud computing. Στον χώρο των βάσεων δεδομένων υπάρχουν δύο κύρια μοντέλα, η παραδοσιακή βάση δεδομένων και η βάση δεδομένων ως υπηρεσία Database-as-a-Service (DBaaS). Στο DBaaS, οι διαχειριστικές εργασίες εκτελούνται από έναν πάροχο υπηρεσιών, ο οποίος προσφέρει επίσης μοντέλα υπηρεσιών όπως το Infrastructure as a Service (IaaS), το Platform as a Service (PaaS) και το Software as a Service (SaaS). [5]

- **Self-driving Βάσεις Δεδομένων**

Είναι ο νεότερος και πιο πρωτοποριακός τύπος βάσεων δεδομένων. Οι συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων είναι γνωστές και ως αυτόνομες βάσεις δεδομένων και βασίζονται στην τεχνολογία του cloud computing. Χρησιμοποιούν τη μηχανική εκμάθηση για την αυτοματοποίηση διαφόρων διαχειριστικών καθηκόντων στις βάσεις δεδομένων. Αυτές οι βάσεις δεδομένων αναλαμβάνουν τον συντονισμό της βάσης, την διαχείριση της ασφάλειας, την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, τις ενημερώσεις και άλλες εργασίες διαχείρισης που εκτελούνται παραδοσιακά από τους διαχειριστές βάσεων δεδομένων. Αυτό επιτρέπει την αυτόνομη λειτουργία και την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης παρέμβασης, προσφέροντας πιο αποτελεσματική, αξιόπιστη και ασφαλή διαχείριση των βάσεων δεδομένων. [6]

- **Βάση Δεδομένων Εγγράφων/JSON**

Οι συγκεκριμένες βάσεις δεδομένων έχουν σχεδιαστεί με σκοπό την αποθήκευση, ανάκτηση και διαχείριση πληροφοριών που είναι προσανατολισμένες στα έγγραφα. Αποτελούν έναν σύγχρονο τρόπο αποθήκευσης δεδομένων σε μορφή JSON και όχι σε γραμμές και στήλες όπως οι παραδοσιακές βάσεις δεδομένων. Χρησιμοποιούν τη μορφή JSON για την αποθήκευση δεδομένων, προσφέροντας έναν ευέλικτο και αποδοτικό τρόπο αποθήκευσης δομημένων και μη δομημένων πληροφοριών.

- **Βάσεις Δεδομένων Πολλαπλών Μοντέλων**

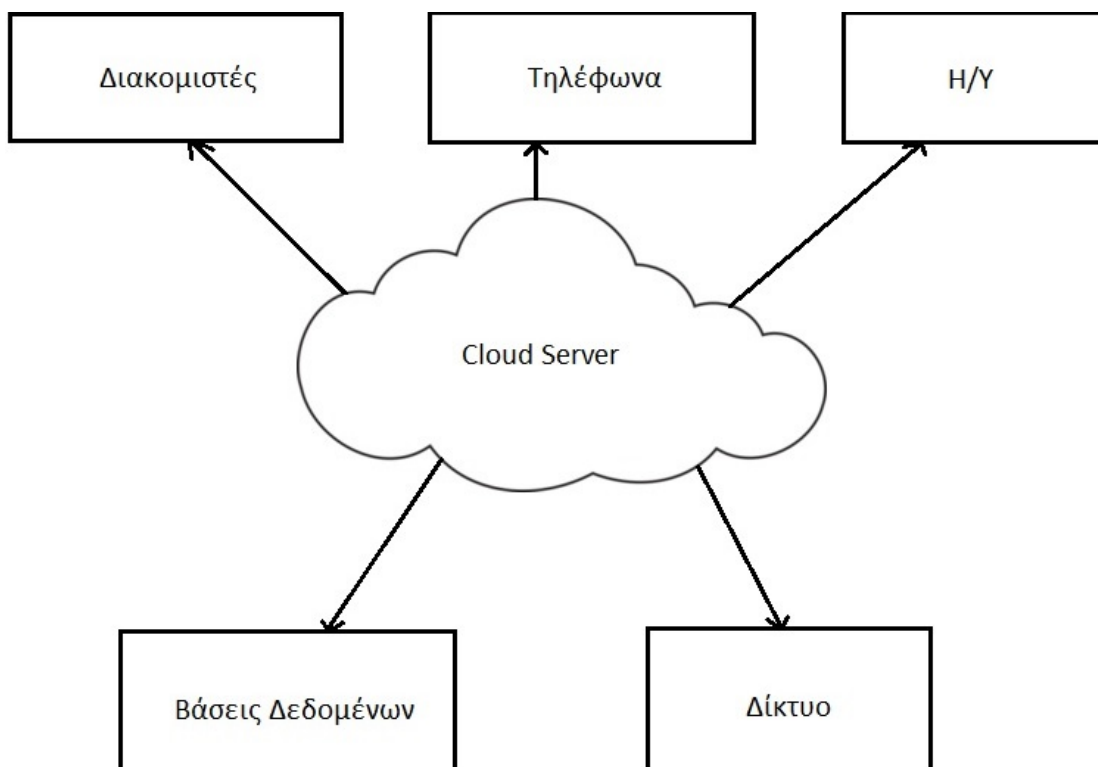
Συνδυάζουν διαφορετικούς τύπους μοντέλων βάσεων δεδομένων σε ένα ενιαίο,

ενσωματωμένο περιβάλλον. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να φιλοξενήσουν διάφορους τύπους δεδομένων, όπως σχεσιακά, αντικειμενοστραφή, εγγράφων, γραφημάτων κ.ά. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι βάσεων δεδομένων και η πιο καταλληλότερη για έναν συγκεκριμένο οργανισμό εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο ο οργανισμός σκοπεύει να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα του και τις ανάγκες της εφαρμογής που υποστηρίζει. [7]

1.3 Οικοσύστημα Cloud - Cloud Ecosystem

Αποτελεί μια τεχνική που εφαρμόζεται και λειτουργεί ως ενιαία οντότητα με πολλαπλούς διακομιστές. Τα δεδομένα αποθηκεύονται στο cloud, πράγμα που σημαίνει ότι διατηρούνται σε ένα εικονικό περιβάλλον που μπορεί να αντλήσει υποστήριξη από πολλές γεωγραφικά τοποθετημένες φυσικές πλατφόρμες σε όλο τον κόσμο.

Οι κόμβοι αποτελούν συγκεκριμένους διακομιστές οι οποίοι συνδέονται μέσω του δικτύου, δημιουργώντας ένα ενιαίο cloud computing περιβάλλον, κυρίως μέσα από εγκαταστάσεις κέντρων δεδομένων.



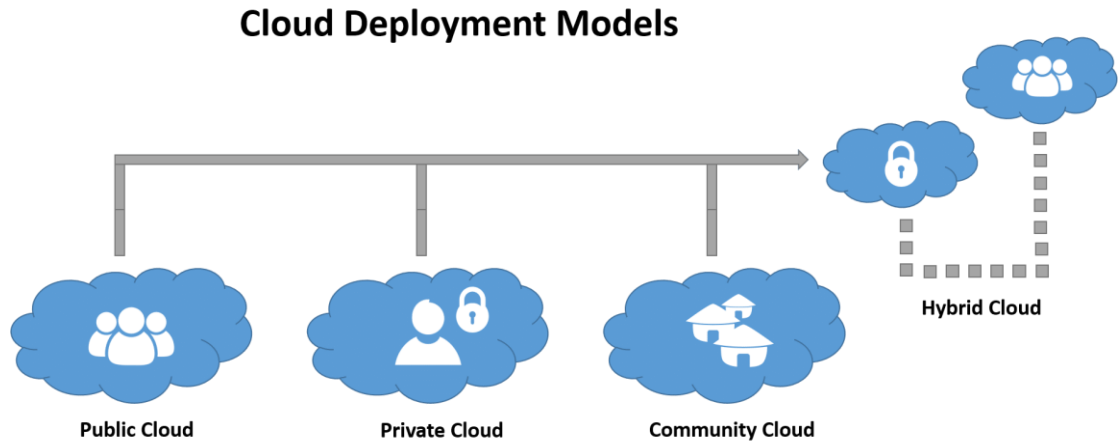
Εικόνα 1.1: Cloud Ecosystem

- Cloud Computing

Ορίζεται ως η εκτέλεση υπολογισμών και την παροχή υπηρεσιών αποθήκευσης μέσω μιας κεντρικής εγκατάστασης που παρέχεται από τρίτους. Μέσω του cloud computing, μπορούμε να προμηθευτούμε ολόκληρες πλατφόρμες για την ανάπτυξη λογισμικών, να εκμεταλλευτούμε πόρους που παρέχονται από άλλους, ή ακόμα και να δημιουργήσουμε κάτι δικό μας. Το cloud computing αποτελεί μία τεχνολογία η οποία προσφέρει ό,τι χρειαστεί ο πελάτης ως υπηρεσία. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι μοντέλων cloud computing, οι οποίοι αναλύονται στην συνέχεια:

1. **Public Cloud:** Αναφέρεται σε έναν τύπο φιλοξενίας όπου οι υπηρεσίες παρέχονται μέσω δικτύου για δημόσια χρήση. Οι πελάτες δεν έχουν κανέναν έλεγχο σχετικά με τη θέση της υποδομής. Το κόστος κατανέμεται ανάμεσα σε όλους τους χρήστες και είναι είτε δωρεάν, είτε με τη μορφή πολιτικής άδειας χρήσης, όπως πληρωμή ανά χρήστη. Ο συγκεκριμένος τύπος φιλοξενίας αποτελεί μια ιδανική λύση για οργανισμούς οι οποίοι αναζητούν τη διαχείριση μιας κεντρικής υπολογιστικής υποδομής και των πολλαπλών εφαρμογών που χρησιμοποιούν οι χρήστες τους.
2. **Private Cloud:** Αναφέρεται σε μια υποδομή που χρησιμοποιείται αποκλειστικά από έναν οργανισμό. Παρέχει στους οργανισμούς αυξημένο έλεγχο στον τομέα της ασφάλειας και των δεδομένων, τα οποία προστατεύονται από ένα τείχος και διαχειρίζονται εντός της εσωτερικής υποδομής. Το Private Cloud μπορεί να φιλοξενηθεί είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του δικτύου του οργανισμού. Είναι ιδανικό για οργανισμούς που έχουν υψηλές απαιτήσεις όσον αφορά την ασφάλεια, την διαχείριση, την διαθεσιμότητα και την αξιόπιστη λειτουργία χωρίς διακοπές.
3. **Hybrid Cloud:** Χρησιμοποιούνται τόσο private όσο και public clouds, διατηρώντας τους δύο τύπους ως ξεχωριστές οντότητες και όχι ενσωματωμένες σε ένα μεγαλύτερο δίκτυο. Οι πόροι που διαχειρίζονται παρέχονται είτε εσωτερικά, από την ίδιο τον οργανισμό δηλαδή, είτε από εξωτερικούς παρόχους cloud. Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι εξαιρετικό όσο αφορά την επεκτασιμότητα, την ευελιξία και την ασφάλεια. Ένα παράδειγμα αποτελεί ένας οργανισμός ο οποίος χρησιμοποιεί το public cloud για να αλληλοεπιδράσει με τους πελάτες, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει την ασφάλεια μέσω ενός private cloud.
4. **Community Cloud:** Αναφέρεται σε μια υποδομή η οποία μοιράζεται ανάμεσα σε οργανισμούς που ανήκουν σε μια συγκεκριμένη κοινότητα. Τα μέλη της κοινότητας μοιράζονται παρόμοια ζητήματα απορρήτου, απόδοσης και ασφάλειας. Εφαρμογές του Community Cloud μπορούμε να έχουμε σε τράπεζες,

σε κυβερνήσεις μιας χώρας και σε εμπορικές εταιρείες. Τέλος, το συγκεκριμένο μοντέλο είναι ιδανικό για οργανισμούς που εργάζονται σε κοινοπραξίες και χρειάζονται μία υποδομή με συγκεντρωτική ικανότητα για τη διαχείριση, την κατασκευή και την εκτέλεση των έργων τους. [8]



Εικόνα 1.2: Μοντέλα Computing Cloud

1.4 Μοντέλα Υπηρεσιών του Cloud Computing

Τα Μοντέλα Υπηρεσιών του cloud computing ή Service Model Cloud Computing αναφέρονται στις κατηγορίες υπηρεσιών που παρέχονται στο cloud computing, οι οποίες χωρίζονται σε τρία επίπεδα:

- **Infrastructure as a Service (IaaS):** Αναφέρεται και ως Υποδομή σαν Υπηρεσία και είναι επίσης γνωστό ως Hardware as a Service (HaaS). Επιτρέπει στους πελάτες να αναθέτουν σε τρίτους την υποδομή πληροφορικής τους, συμπεριλαμβανομένων των διακομιστών, της δικτύωσης, της αποθήκευσης, της επεξεργασίας και των εικονικών μηχανών. Οι πελάτες έχουν πρόσβαση σε αυτούς τους πόρους στο Διαδίκτυο χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο πληρωμής ανά χρήση.

Αναλυτικότερα, πρόκειται για την υπηρεσία διάθεσης υλικοτεχνικής υποδομής (hardware), όπως διακομιστές (servers), αποθηκευτικά μέσα (storage), υποδομές δικτύου (network) και σχετικού με αυτά λογισμικό όπως λειτουργικά συστήματα (operating systems), τεχνολογίες εξομοίωσης (virtualization technology) και συστήματα διαχείρισης αρχείων (file systems). Πρόκειται για μια εξέλιξη του μοντέλου της παραδοσιακής φιλοξενίας αρχείων, η οποία όμως στην νέα της μορφή δεν απαιτεί μακροχρόνιες συμβάσεις, ενώ επιπλέον

επιτρέπει στους τελικούς χρήστες να δεσμεύουν και να χρησιμοποιούν δυναμικά τις υποδομές ανάλογα με την ζήτηση. Στο συγκεκριμένο μοντέλο ο πάροχος IaaS εκτελεί πολύ λίγες εργασίες υποστήριξης και οι τελικοί χρήστες πρέπει να διαμοιράσουν και να διαχειριστούν τις υπηρεσίες με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως θα έκαναν αν οι υποδομές ήταν στο δικό τους data center.

Το μοντέλο Infrastructure as a Service αντιπροσωπεύει μια μορφή φιλοξενίας (hosting). Αυτή η υπηρεσία παρέχει υποδομές για την πρόσβαση στο δίκτυο, καθώς επίσης και υπηρεσίες για την δρομολόγηση και την αποθήκευση των δεδομένων. Ο πάροχος IaaS σε γενικές γραμμές συντηρεί το υλικό και διαχειρίζεται τις υπηρεσίες (services) που είναι αναγκαίες για να «τρέξουν» τα λογισμικά. Η δυναμική αυξομείωση του εύρους ζώνης (bandwidth), της μνήμης, και του αποθηκευτικού χώρου είναι ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του μοντέλου. Η ταχύτητα της δυναμικής προσαρμογής και η τιμολόγησή της αποτελεί πεδίο ισχυρού ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών IaaS. Εκατοντάδες εφαρμογές που υποστηρίζουν παράλληλη χρήση σε διάφορες συσκευές (smartphones, tablets, desktop applications) εμπίπτουν στην κατηγορία αυτή. Τα δεδομένα τους είναι αποθηκευμένα σε υποδομές του Cloud και γίνονται διαθέσιμα προς χρήση στην τελευταία τους μορφή από όποια συσκευή και αν ζητηθούν. [8]

Βασικές παροχές μοντέλου IaaS

Computing-Υπολογισμός: Το Computing αφορά την παροχή εικονικών κεντρικών μονάδων επεξεργασίας και εικονικής κύριας μνήμης για τα Virtual Machines (VMs) τα οποία παρέχονται στους τελικούς χρήστες.

Αποθήκευση: Ο πάροχος IaaS παρέχει υπηρεσίες back-end αποθήκευσης για τα δεδομένα του πελάτη.

Δίκτυο: Το δίκτυο ως υπηρεσία (NaaS) παρέχει στοιχεία δικτύωσης όπως δρομολογητές, μεταγωγείς και γέφυρες για τα VMs.

Εξισορροπητές φορτίου: Παρέχει την ικανότητα εξισορρόπησης του φορτίου στο επίπεδο της υποδομής ώστε να επιτυγχάνεται μία συγκεκριμένη απόδοση.



Εικόνα 1.3: Πάροχοι IaaS

Τι κερδίζουν οι οργανισμοί και οι επιχειρήσεις

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές υπηρεσίες φιλοξενίας, όπου η υποδομή πληροφορικής ενοικιαζόταν για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, με προκαθορισμένη διαμόρφωση των δεδομένων, ο πελάτης πλέον μπορεί να πληρώσει για τη διαμόρφωση και τον χρόνο στοχευμένα, ανεξάρτητα από την πραγματική χρήση. Με τη βοήθεια του IaaS, οι πελάτες μπορούν να λαμβάνουν υπηρεσίες που ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις τους σε οποιοδήποτε χρόνο και να χρεώνονται μόνο για τις υπηρεσίες που πραγματικά χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 1.4: Μοντέλο Υπηρεσιών IaaS

Πλεονεκτήματα μοντέλου IaaS

1. **Κοινή υποδομή:** Το μοντέλο IaaS επιτρέπει την κοινή χρήση μιας φυσικής υποδομής από πολλούς χρήστες.
2. **Πρόσβαση στο Διαδίκτυο:** Οι χρήστες του μοντέλου IaaS έχουν την δυνατότητα να αποκτήσουν πρόσβαση σε υποδομές και υπηρεσίες μέσω διαδικτύου.
3. **Μοντέλο πληρωμής ανά χρήση:** Οι πάροχοι του μοντέλου IaaS προσφέρουν υπηρεσίες με βάση την πληρωμή ανά χρήση. Οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να πληρώσουν μόνο για τους πόρους που έχουν χρησιμοποιήσει.
4. **Επικεντρώνεται στη βασική δραστηριότητα:** Οι πάροχοι του μοντέλου IaaS επικεντρώνονται στην παροχή βασικών υποδομών του οργανισμού, επιτρέποντας στους χρήστες να επικεντρώνονται στις δραστηριότητές τους.
5. **Επεκτασιμότητα κατ' απαίτηση:** Οι χρήστες δεν ανησυχούν για την αναβάθμιση του λογισμικού και την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με την υλικοτεχνική υποδομή, καθώς αυτές οι ανησυχίες είναι υποχρεώσεις του παρόχου.

Μειονεκτήματα μοντέλου IaaS

1. **Ασφάλεια:** Η ασφάλεια αποτελεί ένα από τα κύρια ζητήματα στο τομέα του IaaS. Αν και οι περισσότεροι πάροχοι IaaS δίνουν έμφαση στην ασφάλεια, δεν είναι δυνατόν να παρέχουν απόλυτη ασφάλεια. Επειδή το IaaS λειτουργεί μέσω του διαδικτύου, υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος για διαρροές δεδομένων. Επιπλέον, κατά τη λειτουργία, μεταφέρονται δεδομένα από τον χρήστη στον πάροχο και αντίστροφα, αυξάνοντας την πιθανότητα παραβίασης των δεδομένων του χρήστη και των επιχειρήσεων/οργανισμών.
 2. **Θέματα διαλειτουργικότητας:** Είναι δύσκολο να μεταφερθεί μια επιχείρηση από έναν πάροχο IaaS σε άλλον, κάτι που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα για τους πελάτες που επιθυμούν να αλλάξουν προμηθευτή. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές δομές και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται από διάφορους παρόχους IaaS. [9]
- **Platform as a Service (PaaS):** Αναφέρεται και ως Πλατφόρμα σαν Υπηρεσία. και παρέχει ένα περιβάλλον εκτέλεσης διαδικασιών, όπου επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν, δοκιμάζουν, εκτελούν και αναπτύσσουν

εφαρμογές Ιστού με ευκολία. Οι προγραμματιστές μπορούν να αγοράσουν αυτές τις εφαρμογές από έναν πάροχο υπηρεσιών cloud, πληρώνοντας βάσει της χρήσης, ώστε να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτές μέσω του Διαδικτύου. Στο μοντέλο PaaS, η επεκτασιμότητα του back end διαχειρίζεται από τον πάροχο υπηρεσιών του cloud, επομένως οι τελικοί χρήστες δεν χρειάζεται να ανησυχούν για τη διαχείριση της υποδομής.

Το μοντέλο PaaS περιλαμβάνει την υποδομή, δηλαδή τους διακομιστές, την αποθήκευση και την δικτύωση, και την πλατφόρμα, όπως το λογισμικό, τα εργαλεία ανάπτυξης και τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, για την υποστήριξη του κύκλου ζωής της διαδικτυακής εφαρμογής. Η κεντρική ιδέα είναι ότι ένας πάροχος μπορεί να προσφέρει την υλικοτεχνική υποδομή, IaaS, καθώς και συγκεκριμένες κατηγορίες λογισμικού, όπως τα ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης λογισμικού, γλώσσες προγραμματισμού, βάσεις δεδομένων και λοιπά εργαλεία ανάπτυξης, με τη βοήθεια των οποίων ο τελικός χρήστης μπορεί να αναπτύξει το δικό του λογισμικό. Επιπλέον, το μοντέλο PaaS αποτελεί ένα περιβάλλον ανάπτυξης, εγκατάστασης και διανομής λογισμικού και παρέχεται ως υπηρεσία σε προγραμματιστές μέσω του Διαδικτύου. Με το μοντέλο PaaS, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργούν εφαρμογές διαδικτύου χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν κανένα "εργαλείο" τοπικά στον υπολογιστή τους, ενώ μπορούν να διανείμουν τα λογισμικά που παράγουν χωρίς τη χρήση κανενός ιδιαίτερου εργαλείου διαχείρισης. [10]



Εικόνα 1.5: Υπηρεσία PaaS

Βασικές παροχές μοντέλου PaaS

- 1. Γλώσσες προγραμματισμού:** Οι πάροχοι PaaS παρέχουν ποικίλες γλώσσες προγραμματισμού με σκοπό την ανάπτυξη των εφαρμογών. Μερικές δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού που παρέχονται είναι οι Java, Perl, Ruby, PHP και Go.
- 2. Πλαίσια εφαρμογής:** Οι πάροχοι PaaS παρέχουν πλαίσια εφαρμογών που διευκολύνουν τη διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών. Μερικά δημοφιλή πλαίσια εφαρμογών που παρέχονται από παρόχους PaaS είναι τα Node.js, WordPress, Spring, Play, Drupal, Joomla, Rack και Zend.
- 3. Βάσεις δεδομένων:** Οι πάροχοι PaaS παρέχουν διάφορες βάσεις δεδομένων όπως MongoDB, ClearDB, PostgreSQL και Redis προκειμένου να υποστηρίξουν την αποθήκευση και την διαχείριση δεδομένων για τις εφαρμογές.

Πλεονεκτήματα μοντέλου PaaS

- 1. Απλοποιημένη Ανάπτυξη:** Το μοντέλο PaaS επιτρέπει στους προγραμματιστές να επικεντρώνονται στην διαδικασία ανάπτυξης και καινοτομίας, αφήνοντας στον πάροχο την επίβλεψη και τη διαχείριση της υποδομής. Αυτό το γεγονός είναι πολύ σημαντικό καθώς λύνει τα χέρια σε προγραμματιστές, οι οποίοι προσπαθούν να φτιάξουν κάτι μόνοι τους χωρίς να έχουν την υποστήριξη κάποιου φορέα..
- 2. Χαμηλότερος κίνδυνος:** Δεν χρειάζεται εκ των προτέρων επένδυση σε υλικό και λογισμικό. Οι προγραμματιστές χρειάζονται μόνο έναν υπολογιστή και μια σύνδεση στο διαδίκτυο για να ξεκινήσουν τη υλοποίηση εφαρμογών.
- 3. Προκατασκευασμένη επιχειρησιακή λειτουργικότητα:** Ορισμένοι προμηθευτές PaaS παρέχουν έτοιμες λειτουργίες, εξοπλίζοντας τους χρήστες με έτοιμα εργαλεία και λειτουργίες, προκειμένου να ξεκινήσουν το έργο τους.
- 4. Στιγμιαία κοινότητα:** Οι προμηθευτές PaaS διαθέτουν συχνά διαδικτυακές κοινότητες όπου οι προγραμματιστές μπορούν να ανταλλάξουν ιδέες, να ζητήσουν συμβουλές από άλλους χρήστες και να μοιραστούν εμπειρίες.
- 5. Επεκτασιμότητα:** Οι αναπτυσσόμενες εφαρμογές μπορούν να αυξήσουν τις δυνατότητες ώστε να εξυπηρετούν από έναν έως και χιλιάδες χρήστες χωρίς την ανάγκη για καμία αλλαγή στις εφαρμογές.

Μειονεκτήματα μοντέλου PaaS

1. Κλείδωμα από τον προμηθευτή: Όταν οι εφαρμογές αναπτύσσονται και δεσμεύονται σε μια συγκεκριμένη πλατφόρμα παροχής PaaS, μπορεί να προκύψει κλείδωμα σε αυτόν τον προμηθευτή. Αν οι εφαρμογές αξιοποιούν έντονα τις ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης πλατφόρμας, η μετάβαση σε έναν άλλο πάροχο PaaS μπορεί να είναι πολύ περίπλοκη και δαπανηρή. Παρόμοια, αν κάποιος προγραμματιστής εξαρτάται από ειδικές λειτουργίες ή εργαλεία που παρέχονται μόνο από τον συγκεκριμένο πάροχο PaaS, η μετάβαση σε άλλον πάροχο μπορεί να είναι πολύ περίπλοκη. Αυτό το κλείδωμα προμηθευτή μπορεί να περιορίσει την ευελιξία και την επιλογή των προγραμματιστών και των εταιρειών στο μέλλον.

2. Ασφάλεια και ιδιωτικότητα: Καθώς οι εφαρμογές τρέχουν στο περιβάλλον του πάροχου PaaS, υπάρχουν ανησυχίες για την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα των δεδομένων. Οι χρήστες πρέπει να εμπιστεύονται τον πάροχο ότι θα προστατεύσει τις πληροφορίες τους και να διασφαλίσουν τη συμμόρφωση με τους κανόνες προστασίας δεδομένων. [11]

- **Software as a Service (SaaS):** Αναφέρεται ως Λογισμικό σαν Υπηρεσία. Το SaaS ένα μοντέλο διανομής λογισμικού, γνωστό και ως 'On-Demand Software', όπου οι υπηρεσίες φιλοξενούνται από έναν πάροχο υπηρεσιών cloud. Οι τελικοί χρήστες έχουν πρόσβαση σε αυτές τις υπηρεσίες μέσω του Διαδικτύου, χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν λογισμικό στις συσκευές τους. Οι παρεχόμενες εφαρμογές είναι προσβάσιμες από διάφορες συσκευές με την χρήση απλών διεπαφών χρήστη, όπως από έναν web browser, παρέχοντας έναν απλό τρόπο πρόσβασης. Οι χρήστες δεν αναλαμβάνουν τη σχεδίαση και ανάπτυξη του λογισμικού, αλλά μόνο την παραμετροποίηση ώστε το software να ικανοποιήσει τις ανάγκες τους. Οι πάροχοι SaaS φιλοξενούν και διαχειρίζονται το λογισμικό, εξασφαλίζοντας τη διαθεσιμότητα σε πολλαπλούς χρήστες μέσω του διαδικτύου. Οι τελικοί χρήστες καλούνται να καταβάλουν μίσθωμα στον πάροχο για τη χρήση του λογισμικού και την αποθήκευση δεδομένων. Ένας πάροχος SaaS κανονικά φιλοξενεί και διαχειρίζεται ένα ή περισσότερα λογισμικά χρησιμοποιώντας ιδιόκτητες υποδομές, ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζει την απρόσκοπτη διαθεσιμότητα σε πολλαπλούς χρήστες μέσω του διαδικτύου. [12]



Εικόνα 1.6: Μοντέλο SaaS

Βασικές παροχές μοντέλου SaaS

Business Service: Ο πάροχος προσφέρει διάφορες επιχειρηματικές υπηρεσίες για την έναρξη μιας επιχείρησης. Οι επιχειρηματικές υπηρεσίες SaaS περιλαμβάνουν το ERP (Enterprise Resource Planning), το CRM (Customer Relationship Management), την τιμολόγηση προϊόντων και τις πωλήσεις.

Διαχείριση εγγράφων: Η διαχείριση εγγράφων SaaS αναφέρεται στο λογισμικό που παρέχεται από τρίτα μέρη, δηλαδή παρόχους SaaS, με σκοπό τη δημιουργία, τη διαχείριση και τον έλεγχο ηλεκτρονικών εγγράφων.

Κοινωνικά δίκτυα: Οι ιστότοποι κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούνται από πολλές επιχειρήσεις. Οι πάροχοι υπηρεσιών κοινωνικής δικτύωσης χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες SaaS για διευκόλυνσή της λειτουργίας τους και της διαχείρισης των πληροφοριών.

Υπηρεσίες αλληλογραφίας : Για να ανταπεξέλθουν στον απρόβλεπτο αριθμό χρηστών και να φορτώσουν τις υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, πολλοί από τους παρόχους ηλεκτρονικού ταχυδρομείου παρέχουν τις υπηρεσίες τους χρησιμοποιώντας το SaaS. Γνωστά παραδείγματα υπηρεσιών αυτού του τύπου είναι το Microsoft Dynamics CRM Online της Microsoft, το Gmail, το Facebook, κλπ. Είναι προφανές από τη δημοφιλία και μόνο των συγκεκριμένων εφαρμογών ότι πρόκειται για την περισσότερο διαδεδομένη εκδοχή χρήσης της cloud τεχνολογίας.

Πλεονεκτήματα μοντέλου SaaS

1. Εύκολο στην αγορά: Η τιμολόγηση του μοντέλου SaaS βασίζεται σε μηνιαία ή ετήσια συνδρομητική χρέωση και επιτρέπει στους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις να αποκτήσουν πρόσβαση στις επιχειρηματικές λειτουργίες με χαμηλό κόστος. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό λογισμικό, το οποίο πωλείται ως αδειοδοτημένο με προκαταβολικό κόστος και συχνά προαιρετική χρέωση συνεχούς υποστήριξης. Επιπλέον, οι πιο πολλοί πάροχοι προσφέρουν δωρεάν κάποιες λειτουργίες τους.

2. Ένα προς πολλά: Οι υπηρεσίες SaaS προσφέρονται ως ένα μοντέλο για πολλούς χρήστες πράγμα που σημαίνει ότι μια μεμονωμένη παρουσία της εφαρμογής μοιράζεται από πολλούς χρήστες. Συνεπώς, σε πολλές περιπτώσεις η απόδοση και η ταχύτητα διεκπεραίωσης κάποιων εγχειρημάτων βελτιώνεται εξαιτίας της συγκεκριμένης υπηρεσίας.

3. Απαιτείται λιγότερο υλικό: Το λογισμικό φιλοξενείται απομακρυσμένα, επομένως οι οργανισμοί δεν χρειάζεται να επενδύσουν σε επιπλέον υλικό. Οι οργανισμοί και οι καθημερινοί χρήστες συχνά χρειάζονται υπηρεσίες που απαιτούν ακριβό εξοπλισμό και δυσκολία στη συντήρησή του. Με τη μίσθωση λογισμικού, οι υπηρεσίες γίνονται πιο προσβάσιμες για όλους, καθώς δεν απαιτείται η αγορά και η διαχείριση δαπανηρού εξοπλισμού. Αυτό καθιστά την παροχή υπηρεσιών πιο απλή και προσιτή για μικρούς και μεγάλους χρήστες.

4. Απαιτείται χαμηλή συντήρηση: Το μοντέλο SaaS απαλλάσσει τους χρήστες από την εγκατάσταση και καθημερινή συντήρηση. Το αρχικό κόστος εγκατάστασης για τις υπηρεσίες SaaS είναι συνήθως μικρότερο από το εταιρικό λογισμικό. Οι πάροχοι SaaS τιμολογούν τις εφαρμογές τους με βάση κάποιες συγκεκριμένους παραμέτρους χρήσης, όπως ο αριθμός χρηστών που χρησιμοποιούν την κάθε εφαρμογή. Έτσι, το μοντέλο SaaS κάνει εύκολη την παρακολούθηση της λειτουργίας του λογισμικού και υπάρχει η δυνατότητα να ενημερώνονται αυτόματα.

5. Δεν απαιτούνται ειδικές εκδόσεις λογισμικού ή υλικού: Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιούν την ίδια έκδοση του λογισμικού και να έχουν πρόσβαση σε αυτή μέσω του προγράμματος περιήγησης στον ιστό. Το μοντέλο SaaS μειώνει το κόστος υποστήριξης της υπηρεσίας αναθέτοντας σε εξωτερικούς συνεργάτες τη

συντήρηση και την υποστήριξη του λογισμικού.

6. Υποστήριξη πολλαπλών συσκευών: Οι υπηρεσίες SaaS μπορούν να είναι προσβάσιμες από οποιαδήποτε συσκευή, όπως tablet, τηλέφωνα, επιτραπέζιους υπολογιστές και φορητούς υπολογιστές. Αυτό το καθιστά ένα εργαλείο που έχει γίνει αναπόσπαστο κομμάτι για τους χρήστες, καθώς βρίσκεται στη διάθεσή τους ανά πάσα στιγμή και από οπουδήποτε.

7. Ενσωμάτωση API: Οι υπηρεσίες του SaaS μπορούν να ενσωματωθούν με ευκολία σε κάποιο άλλο λογισμικό ή υπηρεσίες μέσω API. Το γεγονός αυτό ενισχύει την ευελιξία που προσφέρει σαν εργαλείο στους χρήστες.

Μειονεκτήματα μοντέλου SaaS

1. Ασφάλεια: Τα ευαίσθητα δεδομένα των χρηστών αποθηκεύονται στο cloud, επομένως η ασφάλεια μπορεί να ανησυχεί ορισμένους χρήστες. Δυστυχώς το cloud είναι συνδεδεμένο διαρκώς στο διαδίκτυο συνεπώς είναι συνεχώς υπό την απειλή παραβίασης. Επιπλέον, αν η χρήση του γίνεται από πάρα πολλούς χρήστες κάποια φορά μπορεί άθελά τους οι ίδιοι οι χρήστες να εισάγουν «παθογόνα» λογισμικά στο cloud και με αυτό τον τρόπο μπορούν να κινδυνέψουν τα δεδομένα όλων των χρηστών του συγκεκριμένου cloud.

2. Θέματα καθυστέρησης: Εξαιτίας του γεγονότος ότι τα δεδομένα και οι εφαρμογές αποθηκεύονται στο cloud και όχι τοπικά, ενδέχεται να υπάρχει καθυστέρηση κατά την αλληλεπίδραση με την εφαρμογή. Αυτή η καθυστέρηση μπορεί να επηρεάσει τις εφαρμογές όπου ο χρόνος απόκρισης είναι κρίσιμος. Επομένως, το μοντέλο SaaS δεν είναι κατάλληλο για εφαρμογές των οποίων ο χρόνος απόκρισης ζήτησης είναι σε χιλιοστά του δευτερολέπτου.

3. Ολική εξάρτηση από το Διαδίκτυο: Η πλειονότητα των υπηρεσιών SaaS απαιτεί πρόσβαση στο διαδίκτυο για να λειτουργήσουν. Συνεπώς, χωρίς σύνδεση στο διαδίκτυο, οι περισσότερες εφαρμογές SaaS δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες.

4. Δύσκολη εναλλαγή προμηθευτών SaaS: Η μετάβαση από έναν πάροχο SaaS σε έναν άλλο συχνά περιλαμβάνει τη μεταφορά μεγάλων αρχείων μέσω του Διαδικτύου και την εισαγωγή τους στο νέο SaaS περιβάλλον. Αυτό μπορεί να

αποτελέσει το πιο δύσκολο και χρονοβόρο κομμάτι της διαδικασίας. Οι πολύ μεγάλες διαστάσεις των αρχείων μπορούν να προκαλέσουν δυσκολίες στη μεταφορά και την ανεβάσματά τους στο νέο περιβάλλον SaaS. [13]



Εικόνα 1.7: Δημοφιλείς Πάροχοι SaaS

IaaS	PaaS	SaaS
Παρέχει ένα εικονικό κέντρο δεδομένων για την αποθήκευση πληροφοριών και τη δημιουργία πλατφορμών για ανάπτυξη, δοκιμή και ανάπτυξη εφαρμογών.	Παρέχει εικονικές πλατφόρμες και εργαλεία για τη δημιουργία, τη δοκιμή και την ανάπτυξη εφαρμογών.	Παρέχει λογισμικό και εφαρμογές για την ολοκλήρωση επιχειρηματικών εργασιών.
Παρέχει πρόσβαση σε πόρους όπως εικονικές μηχανές, αποθήκευση κ..	Παρέχει περιβάλλοντα εργασίας σε πραγματικό χρόνο και εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών.	Παρέχει λογισμικό ως υπηρεσία στους τελικούς χρήστες.
Χρησιμοποιείται από αρχιτέκτονες δικτύου.	Χρησιμοποιείται από προγραμματιστές.	Χρησιμοποιείται από τους τελικούς χρήστες.
Παρέχει μόνο υποδομή.	Παρέχει υποδομή και πλατφόρμα	Παρέχει υποδομή, πλατφόρμα και λογισμικό.

Διάγραμμα 1.1: Σύγκριση Μοντέλων Υπηρεσιών

1.5 Σύνοψη Κεφαλαίου 1^{ου}

Συνοψίζοντας, το πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, προσφέρει εισαγωγή στον τομέα των βάσεων δεδομένων, εξετάζοντας βασικές έννοιες και οι κατηγορίες των Συστημάτων Διαχείρισης των Βάσεων Δεδομένων. Επιπλέον, παρουσιάζεται το cloud ecosystem και οι παρεχόμενες υπηρεσίες. Συνεπώς, το συγκεκριμένο κεφάλαιο αποτελεί την βάση της εργασίας παρέχοντας την κατανόηση των βασικών εννοιών και τεχνολογιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

2.1 Εισαγωγή

Στο δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, πραγματοποιείται μία ανάλυση των βιβλιογραφικών πηγών οι οποίες επιλέχτηκαν μετά από έρευνα και μελέτη ανάμεσα σε μία μεγάλη ποικιλία πηγών. Η επιλογή τους βασίστηκε στο θέμα και τον στόχο της κάθε μίας καθώς και η σχέση του αντικειμένου της έρευνας με τις τεχνολογίες του computing και των Βάσεων Δεδομένων. Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι να παρουσιαστούν πρόσφατες εξελίξεις και ερευνητικά ευρήματα στον τομέα του cloud computing και των Βάσεων Δεδομένων.

Κάποιες από τις έρευνες εστιάζουν στην ανάπτυξη μαθηματικών τύπων και εξισώσεων, ενώ άλλες εξετάζουν και αναπτύσσουν νέες τεχνολογίες και προσεγγίσεις. Συνοψίζοντας, το κεφάλαιο αυτό αποτελεί μία αναφορά με σκοπό την κατανόηση του πεδίου και των προκλήσεων και πως αυτές μπορούν να αντιμετωπιστούν. Με αυτόν τον τρόπο, παρέχεται ένα υπόβαθρο για περαιτέρω εξέλιξη και ανάπτυξη.

Τίτλος	Συγγραφείς	Έτος	Πηγή
An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment	Anwarbasha H, Sasi Kumar S και Dhanasekaran D	2021	Scientific Reports
Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service	Oh S, Cha J, Ji M, Kang H, Kim S, Heo E, Han JS, Kang H, Chae H, Hwang H και Yoo S	2015	Healthcare Informatics Research
Blockchain-Cloud Integration: A Survey	Abhirup Khanna, Anushree Sah, Vadim Bolshev, Alessandro Burgio, Vladimir Panchenko και Marek Jasinski	2022	National Library of Medicine
The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR)	Junaid Hassan, Danish Shehzad, Usman Habib, Muhammad Umar Aftab, Muhammad Ahmad, Ramil Kuleev και Manuel Mazzara	2022	Hindawi

Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing	Jingjie Zhao, Liming Zhang και Yue Zhao	2022	Hindawi
---	---	------	---------

Διάγραμμα 2.1: Παρουσίαση Βιβλιογραφικών Πηγών

2.2 Πρώτη Βιβλιογραφική Αναφορά

Στις 2 Ιουλίου του 2021, η ομάδα επιστημόνων των Anwarbasha H, Sasi Kumar S και Dhanasekaran D. δημοσίευσαν το άρθρο “An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment” στο Scientific Reports. Στο συγκεκριμένο άρθρο οι επιστήμονες προσπαθούν να επιλύσουν το κοινό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι πάροχοι υπηρεσιών cloud computing, καθώς αντιμετωπίζουν την πρόκληση της διαχείρισης μεγάλης ποσότητας δεδομένων που συνεχώς παράγεται. Για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα και να διασφαλίσουν εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα, οι πάροχοι χρησιμοποιούν ένα περιβάλλον πολλών cloud, γνωστό ως "multicloud." Το άρθρο των ερευνητών επικεντρώνεται σε ένα αποτελεσματικό και ασφαλές πρωτόκολλο για τον έλεγχο της ακεραιότητας των δεδομένων που αποθηκεύονται σε απομακρυσμένα περιβάλλοντα multicloud. [14]

Παρουσιάζεται ένα πρωτόκολλο ελέγχου ακεραιότητας βάσει δυναμικού πεδίου (DA-ICP) που στοχεύει στην ασφαλή αποθήκευση των δεδομένων. Η προτεινόμενη μέθοδος εισάγει την προσέγγιση Provable Data Possession (PDP) η οποία δίνει τη δυνατότητα σε έναν χρήστη που αναθέτει τα δεδομένα σε ένα μη αξιόπιστο multicloud και συγχρόνως να διασφαλίζεται ότι ο διακομιστής διαθέτει τα αρχικά δεδομένα χωρίς να τα κατεβάσει. Αυτό το μοντέλο δημιουργεί μια πιθανολογική απόδειξη κατοχής, Provable Data Possession (PDP), δειγματίζοντας μια αυθαίρετη συλλογή μπλοκ από τον διακομιστή που ελαχιστοποιεί σημαντικά το κόστος της συναλλαγής. Τα ασφαλή δεδομένα που ανατίθενται σε εξωτερικούς συνεργάτες χρησιμοποιώντας κρυπτογραφία δημόσιου κλειδιού και υποβάλλονται σε κρυπτογράφηση χρησιμοποιώντας το Efficient-PDP.

Πρωτόκολλο Ελέγχου Ακεραιότητας Δεδομένων

Υποθέτουμε ένα σύστημα αποθήκευσης στο cloud με έναν μη έμπιστο διακομιστή και έναν χρήστη. Ο χρήστης αποθηκεύει τα δεδομένα στον διακομιστή χωρίς τοπική αντιγραφή. Επομένως, ο χρήστης πρέπει να διασφαλίσει την ακεραιότητα των δεδομένων που αποθηκεύονται σε ανεξάρτητο διακομιστή που βρίσκεται απομακρυσμένα. Ο χρήστης

πρέπει να εντοπίζει αν και πότε ο διακομιστής τροποποιεί οποιοδήποτε τμήμα δεδομένων του. Επιπλέον, κάθε χρήστης πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει αυτές τις αλλαγές. Εάν ένας εξωτερικός επαληθευτής επαληθεύει την ακεραιότητα των δεδομένων τα δεδομένα πρέπει να αποθηκεύονται με τρόπο που να παραμένουν ιδιωτικά και προστατευμένα από πρόσβαση τρίτων. Τα δεδομένα εντοπισμού επιλέγονται με πιθανότητα για ελαχιστοποίηση των υπολογισμών τόσο στον επαληθευτή όσο και στον διακομιστή. Το προτεινόμενο πρωτόκολλο αποτελείται από πέντε στάδια: Setup, Linear congruential generation, Signature generation, Agreement, Challenge, and Verification.

$H(\cdot)$, $h(\cdot)$: συνάρτηση κατακερματισμού κρυπτογραφημένη.

$f(\cdot)$: γραμμική συνάρτηση.

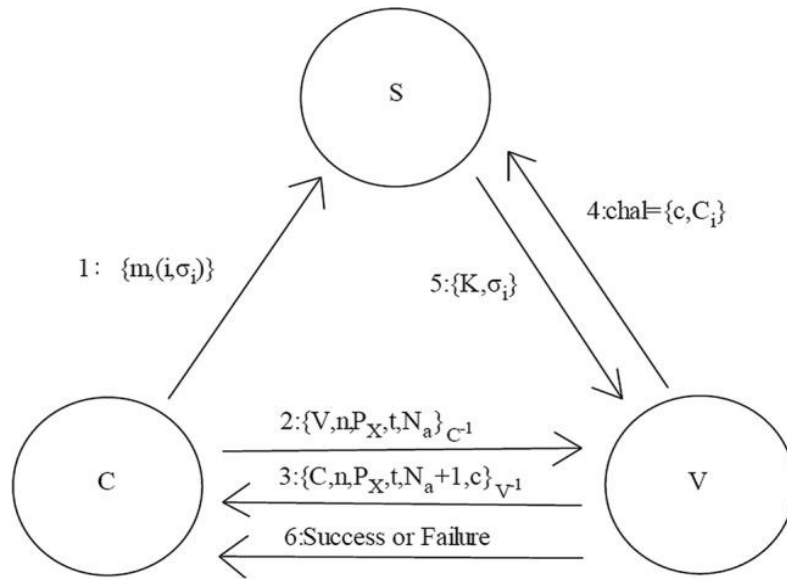
PX: πιθανότητα ανίχνευσης τροποποιημένων τμημάτων δεδομένων.

t: αριθμός των τμημάτων δεδομένων που έχουν τροποποιηθεί.

N_a : αναφέρεται σε τυχαίο αριθμό.

Setup: Το k είναι η παράμετρος ασφαλείας. Όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί τη μέθοδο δημιουργίας κλειδιού, παράγει το αντίστοιχο μυστικό κλειδί SK και δημόσιο κλειδί PK. Το δημόσιο κλειδί PK είναι προσβάσιμο σε όλους ενώ το μυστικό κλειδί SK διατηρείται κρυμμένο από τον χρήστη. Ο χρήστης επιλέγει τη συνάρτηση δημιουργίας γραμμικής ομοφωνίας $f()$ με δείκτη πιστοποίησης r . Το M δείχνει ότι το αρχείο χωρίζεται σε n μπλοκ ίσων μηκών στον μη αξιόπιστο διακομιστή, όπου $m=m_1, m_2, \dots, m_n$.

Linear congruential generation: Υπάρχουν πολλές διαφορετικές οικογένειες γεννητριών τυχαίων αριθμών (RNG), συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών αναδρομικών, γραμμικών συναγωνιστικών και της λειτουργίας του υπολογιστή. Μια γραμμική συμβατή γεννήτρια του τύπου που περιγράφεται παρακάτω περιλαμβάνει μια συνάρτηση μεταφοράς.



Διάγραμμα 2.2: Διάγραμμα Ροής Προτεινόμενου Μοντέλου

$$f(x) = (ax + c) \bmod m^l$$

Όπου το a αναφέρεται στον πολλαπλασιαστή, το c αναφέρεται στην αύξηση και το m είναι το μέτρο και $x, a, c, m \in \mathbb{N}$. Η συνάρτηση f δίνεται από τον τύπο $xn = (axn-1 + c) \bmod m$. Το c και το m επιλέγονται με σκοπό να είναι πρώτοι μεταξύ τους και $a \forall x \in \mathbb{N}, ax \bmod m^6 = 0$. Οι τρεις περιορισμοί που δίνονται στην συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βελτιστοποιηθεί το μήκος του κύκλου των γραμμικών γεννητριών το οποίο υπερβαίνει το m .

- Η αύξηση c είναι πρώτος αριθμός σε σχέση με το m .
- Το $a - 1$ είναι πολλαπλάσιο κάθε πρώτου διαιρέτη του m .
- Το $a - 1$ είναι πολλαπλάσιο του 4 όταν το m είναι πολλαπλάσιο του 4.

Signature generation, Siggen: Ο πελάτης μαντεύει την ετικέτα επικύρωσης για κάθε μπλοκ και κατά την κρυπτογράφησή τους, το i αντιπροσωπεύει ολόκληρο το σύνολο των ετικετών και μεταδίδει τα m στον διακομιστή με την χρήση του sk ως μυστικό κλειδί.

Agreement: Για να προσδιοριστεί ο επαληθευτής, οι πληροφορίες πιθανότητας των μπλοκ με τα δεδομένα στέλνονται μέσω του χρήστη. Τα δεδομένα λαμβάνονται και στη συνέχεια αποκρυπτογραφούνται χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί. Για να διασφαλιστεί ότι ο επαληθευτής λαμβάνει το μήνυμα από τον χρήστη, το μήνυμα αποκρυπτογραφείται από τον λήπτη.

Challenge: Ο επαληθευτής επιλέγει τα μπλοκ δεδομένων c τα οποία υποβάλλονται σε έλεγχο και για κάθε μπλοκ δεδομένων εκδίδεται το τυχαίο $C_i = f(i)$, όπου $1 \leq i \leq n$. Η

πρόκληση $\text{Chal} = \{c, C_i\}$ λαμβάνεται από τον επαληθευτή και το κατευθύνει προς στον δακομιστή.

Verification: Όταν ο εξυπηρετητής λαμβάνει το μήνυμα από τον επαληθευτή, υπολογίζει τις τιμές $h(m_j)$, $1 \leq j \leq c$. Ο εξυπηρετητής παράγει το s_i και επιστρέφει $\{K, s_i \mid 1 \leq i \leq c\}$ προς τον επαληθευτή για την αποκρυπτογράφηση του s_i , ενώ $V_i = (s_i)PK$ για την εκτίμηση. Ο επαληθευτής επαληθεύει την συνθήκη $R = R'$. Η συνάρτηση εμφανίζει το αποτέλεσμα "επιτυχία" όταν η συνθήκη είναι αληθής ή "αποτυχία". Το πρωτόκολλο του ροής παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.

Ανάλυση ασφάλειας

Πρέπει να διασφαλιστεί ότι το πρωτόκολλο είναι ασφαλές απέναντι σε έναν μη αξιόπιστου δακομιστή και ότι διατηρείται η ιδιωτικότητα. Για να πραγματοποιήσει ο χρήστης την επαλήθευση απαιτείται η πρόσβασή του στην ανέπαφη έκδοση των δεδομένων m . Πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη ότι ο απομακρυσμένος εξυπηρετητής βρίσκεται σε μη αξιόπιστη κατάσταση, συνεπώς τα δεδομένα του χρήστη μπορεί να τροποποιηθούν κατά λάθος ή και από πρόθεση.

Δυναμική διαχείριση δεδομένων

Κατά τη διαδικασία της εισαγωγής (I), της τροποποίησης (M), της προσάρτησης (A) και της διαγραφής δεδομένων (D), η συγκεκριμένη μέθοδος αντιμετωπίζει αποτελεσματικά την δυναμική διαχείριση των δεδομένων. Υποθέτουμε ότι η υπογραφή φ και το αρχείο m αποθηκεύονται και δημιουργούνται στον εξυπηρετητή.

Τροποποίηση δεδομένων

Κατά τη διαδικασία της αποθήκευσης των δεδομένων στο cloud, η τροποποίηση δεδομένων είναι το στάδιο που χρησιμοποιείται πιο συχνά. Η κύρια λειτουργία της τροποποίησης δεδομένων αποτελεί η αντικατάσταση ορισμένων μπλοκ με νέα. Αρχικά, ο πελάτης δημιουργεί την υπογραφή στοιχείων σίγμα $i = (H(h(m' \parallel i), r))$ και αν χρειαστεί αλλάζει το i -οστό μπλοκ m_i σε m'_i .

Εισαγωγή δεδομένων

Στη συγκεκριμένη λειτουργία, τα δεδομένα εισάγονται στα διαθέσιμα μπλοκ όπως

και στη λειτουργία της τροποποίησης των δεδομένων. Τα αρχεία με τα δεδομένα μπορεί να είναι ανατεθειμένα σε ένα ή περισσότερα μπλοκ δεδομένων.

Διαγραφή δεδομένων

Η λειτουργία της διαγραφής δεδομένων αποτελεί το αντίθετο της εισαγωγής δεδομένων. Για να πραγματοποιηθεί η διαγραφή του μπλοκ m_i , όταν ο εξυπηρετητής λάβει αίτημα ενημέρωσης, μπορεί το μπλοκ να αντικατασταθεί με το DBlock, το οποίο είναι ένα σταθερό ειδικό μπλοκ όπου δηλώνονται τα διαγραμμένα δεδομένα.

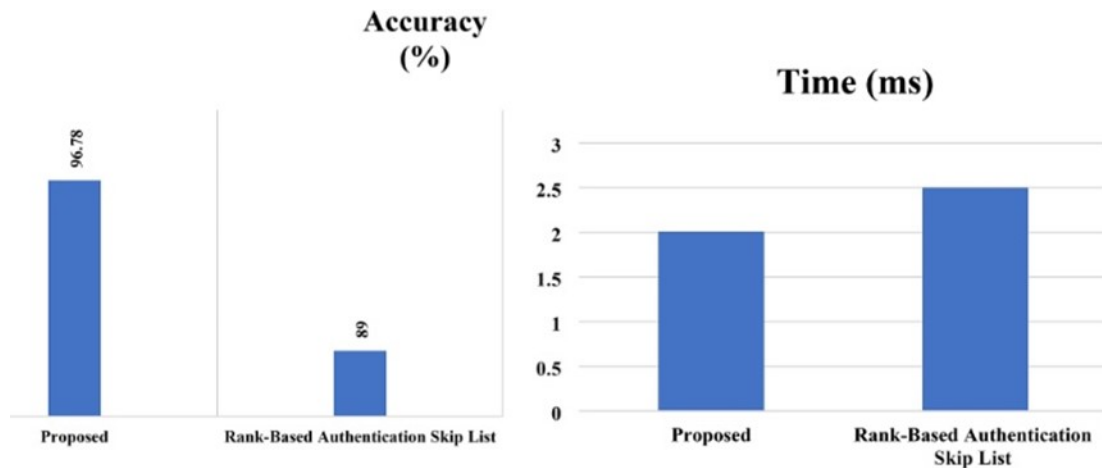
Προσάρτηση δεδομένων

Η λειτουργία της προσάρτησης των δεδομένων δεν τροποποιεί τα βήματα όπως στην τροποποίηση δεδομένων. Ένα νέο μπλοκ δεδομένων m_j εισάγεται σε μια θέση όπου $j = n + k$, $k \in \mathbb{N}^*$, μέσω του αντίστοιχου μηνύματος ενημέρωσης "ενημέρωση = (A, j, m_j , σj)". Η λειτουργία της προσάρτησης ορίζεται μέσω του A.

Επικύρωση απόδοσης

Στο περιβάλλον multi-cloud computing, η ακεραιότητα των δεδομένων αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα ασφάλειας. Η συγκεκριμένη έρευνα επικεντρώνεται στην σημασία της διατήρησης της ακεραιότητας των δεδομένων και γίνεται εξέταση των αντίστοιχων τεχνικών, αξιολογώντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα. Η προτεινόμενη μέθοδος επιτρέπει τον έλεγχο των δεδομένων σε ένα απομακρυσμένο cloud από διαφορετικούς πελάτες. Με σκοπό να μετρηθούν οι αποδόσεις και τα χρονικά κόστη, επικυρώνεται η υλοποίηση της προτεινόμενης μεθόδου.

Σε σύγκριση με άλλες τεχνικές, παρατηρείται μειωμένο χρονικό κόστος ενημέρωσης, ενώ στην προσέγγιση επαλήθευσης υπογραφής ακεραιότητας η τιμή του χρόνου είναι υψηλότερη. Με τον καθορισμό ενός αυστηρού κανόνα επαλήθευσης και μίας ευαίσθητης χρονικής διαδικασίας ενημέρωσης, επιτυγχάνεται η ασφάλεια των υπηρεσιών. Ο πίνακας, στην συνέχεια, παρέχει τα συγκριτικά αποτελέσματα μεταξύ στις υπάρχουσες και τις προτεινόμενες μεθόδους όσον αφορά την ακρίβεια και τον χρόνο.



Εικόνα 2.1: Ανάλυση Χρόνου Εκτέλεσης

Οι παραπάνω εικόνες απεικονίζουν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης του πρωτοκόλλου ελέγχου ακεραιότητας που υλοποιήθηκε με σκοπό να εξεταστεί η προτεινόμενη μέθοδος με την πρόσφατη υπάρχουσα μέθοδο γνωστή ως σύστημα ελέγχου παράλειψης. Συγκρίνοντας την με την υπάρχουσα μέθοδο του συστήματος ελέγχου παράλειψης, η προτεινόμενη μέθοδος παρέχει καλύτερα αποτελέσματα. Ο χρόνος εκτέλεσης μετρίεται με χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms) ενώ η ακρίβεια σε ποσοστό. Με την μέθοδο ελέγχου παράλειψης επιτυγχάνει ακρίβεια 89%. Μέσω της προτεινόμενης μεθόδου επιτυγχάνεται ακρίβεια 96,78%. Όσον αφορά τον χρόνο εκτέλεσης, η μέθοδος του συστήματος ελέγχου παράλειψης που βασίζεται στην κατάταξη χρειάζεται 2,50 ms, ενώ η προτεινόμενη μέθοδος μόνο 2,01 ms. Είναι προφανές ότι η προτεινόμενη μέθοδος επιτυγχάνει βελτιωμένο ρυθμό σε σχέση με τον χρόνο εκτέλεσης και την ακρίβεια.

Κατακλείδα Έρευνας

Σε ένα περιβάλλον multi-cloud computing η ακεραιότητα των δεδομένων αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα ασφάλειας.. Η συγκεκριμένη μελέτη παρουσίασε ένα πρωτόκολλο ελέγχου ακεραιότητας δεδομένων (DA-ICP) για την αποθήκευση δεδομένων σε περιβάλλον πολυσύννεφου. Επιτρέπει τη δυναμική διαχείριση δεδομένων και προσφέρει αποτελεσματικές λειτουργίες, όπως τροποποίηση, διαγραφή και προσάρτηση των δεδομένων. Με σκοπό την βελτίωση της αποδοτικότητας του παρουσιασμένου μοντέλου, χρησιμοποιούνται γεννήτριες γραμμικού συγκριτικού συσχετισμού για την δημιουργία τυχαίων ακολουθιών. Η μέθοδος ελέγχου παράλειψης που βασίζεται στην κατάταξη επιτυγχάνει ακρίβεια 89%. Η προτεινόμενη μέθοδος επιτυγχάνει ακρίβεια 96,78% και δείχνει ότι η προτεινόμενη μέθοδος είναι ανώτερη όσον αφορά την ακρίβεια. Σχετικά με τον χρόνο εκτέλεσης, η μέθοδος του συστήματος ελέγχου παράλειψης που βασίζεται στην

κατάταξη χρειάζεται 2,50 ms, ενώ η προτεινόμενη μέθοδος χρειάζεται μόνο 2,01 ms. Τα αποτελέσματα προσομοίωσης παρουσιάζουν ότι η προτεινόμενη μέθοδος αποδίδει αποτελεσματικά σε σύγκριση με άλλες τεχνικές που εξετάστηκαν.

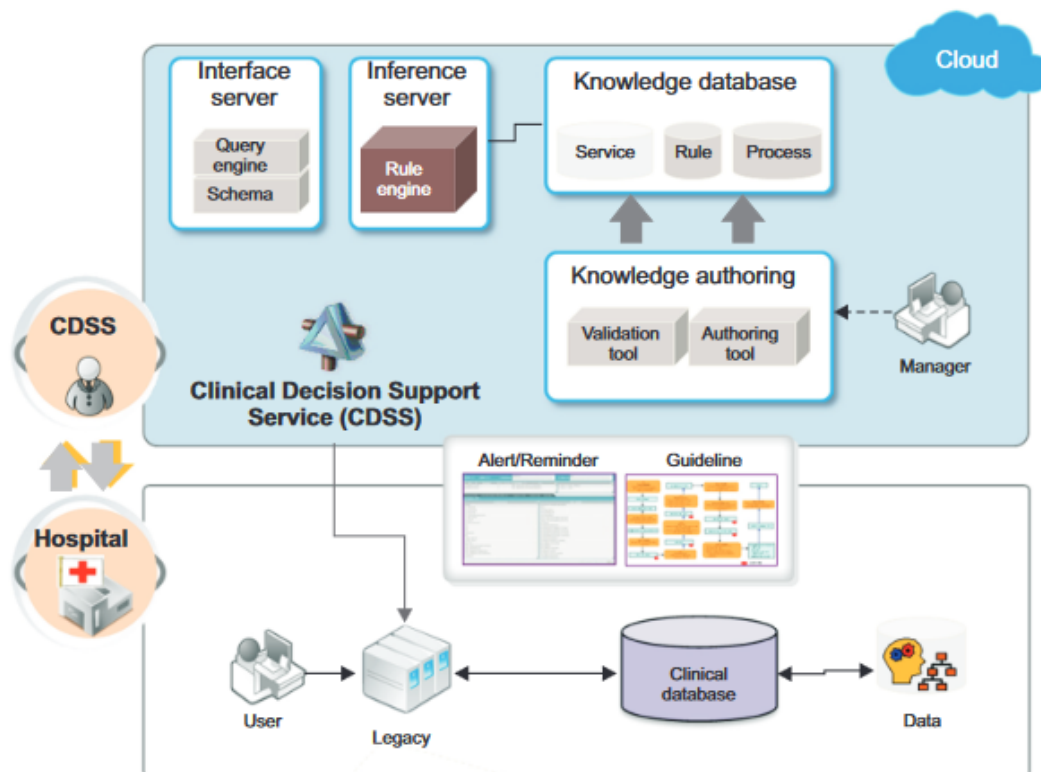
2.3 Δεύτερη Βιβλιογραφική Αναφορά

Στο Healthcare Informatics Research, το οποίο αποτελεί το επίσημο επιστημονικό περιοδικό της Κορέας που αφορά την ιατρική σε συνδυασμό με την πληροφορική, οι έγκριτοι επιστήμονες Oh S, Cha J, Ji M, Kang H, Kim S, Heo E, Han JS, Kang H, Chae H, Hwang H και Yoo S. δημοσίευσαν την έρευνά τους με τίτλο “Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service”. Βασικός στόχος του άρθρου είναι η δημιουργία μιας Πλατφόρμας Λογισμικού ως Υπηρεσίας Υγείας (SaaS) η οποία βασίζεται στο cloud computing, ώστε να επιτευχθεί η παροχή υπηρεσιών πληροφοριών υγειονομικής περίθαλψης χαμηλού κόστους, υψηλής κλινικής αξίας και υψηλής χρηστικότητας. [15]

Πολλές μικρές ή μεσαίου μεγέθους νοσοκομειακές μονάδες, αλλά και αγροτικά νοσοκομεία δεν έχουν τα οικονομικά μέσα για να επενδύσουν σε ένα σύστημα Ηλεκτρονικού Φακέλου Υγείας (EHR), γνωστό επίσης και ως σύστημα πληροφοριών νοσοκομείου (HIS), λόγω του μεγάλου κόστους. Τα συγκεκριμένα συστήματα αυξάνουν το επίπεδο περίθαλψης, εγκαθίστανται και λειτουργούν αυτόνομα.

Το cloud computing μπορεί να προσφέρει οικονομική αποδοτικότητα και παρέχει ποιοτικές πληροφοριακές υπηρεσίες στον τομέα της υγείας και παρέχει, επίσης, την αξιοποίηση υπολογιστικών πόρων, υλικού και λογισμικού. Επιπλέον, το cloud computing διαθέτει τρεις βασικούς τύπους υπηρεσιών: την Υποδομή-ως-Υπηρεσία (IaaS), την Πλατφόρμα-ως-Υπηρεσία (PaaS) και το Λογισμικό-ως-Υπηρεσία (SaaS).

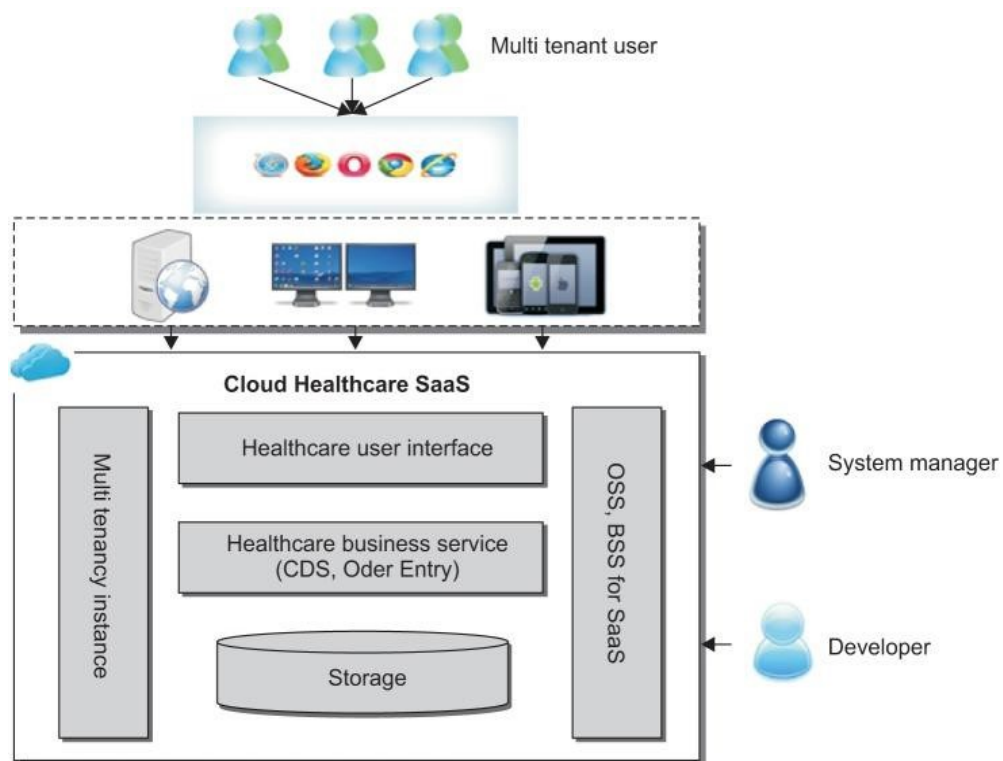
Υπάρχουν διάφοροι τομείς των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο cloud, όπως είναι η υποδομή, η διαθεσιμότητα, η κοινή χρήση των πληροφοριών και η επεκτασιμότητα.



Εικόνα 2.2: Επισκόπηση Πλατφόρμας

Μέθοδοι Υλοποίησης

Το Healthcare SaaS Platform, HSP, παρέχει ένα φορητό σύστημα HER το οποίο βασίζεται στην τεχνολογία του cloud. Μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στην υπηρεσία SaaS. Στην παρούσα έρευνα, αναλύονται οι αρχιτεκτονικές απαιτήσεις του HSP, όπου περιλαμβάνονται η διεπαφή, το απόρρητο, η ασφάλεια και οι υπηρεσίες. Οι απαιτήσεις που προκύπτουν αφορούν τις υπηρεσίες υποστήριξης της λειτουργίας, OSS, υπηρεσίες επιχειρηματικής υποστήριξης, BSS, πύλη υπηρεσιών καταναλωτή, πύλη παρόχου υπηρεσιών και το πλαίσιο διασύνδεσης με το cloud SaaS. Επιπλέον, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται αφορούν την απόδοση, την διαθεσιμότητα, την παραγωγικότητα, την ευελιξία και την δυνατότητα συντήρησης.



Εικόνα 2.3: Επισκόπηση Πλατφόρμας HSP

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι κύριοι παράγοντες της αρχιτεκτονικής HSP που επηρεάζουν την απόδοση, την διαμόρφωση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του συστήματος.

- Υποστήριξη της πρόσβασης από παραπάνω από τρεις διαφορετικές κινητές συσκευές ή πλατφόρμες.
- Υποστήριξη της κοινής χρήσης πόρων που βασίζονται στο cloud computing.
- Παροχή λειτουργιών για την άμεση ανίχνευση σφαλμάτων και τον εντοπισμό των αιτίων τους.
- Προστασία από σφάλματα συστήματος με πλήρη καταγραφή και παρακολούθηση τους.
- Ευκολία στη χρήση.

Τέλος, οι απαιτήσεις του HSP περιλαμβάνουν Συστήματα Κλινικής Υποστήριξης Αποφάσεων, CDS, καταχώρηση και προβολή παραγγελιών, έλεγχο της διαθεσιμότητας των υπηρεσιών, λογαριασμό διαχειριστή, λογαριασμό ενοίκου, διαχείριση των Εγγραφών Κλινικής Πληροφορίας, CDA, διαχείριση πληροφοριών ασθενών και ραντεβού και προγραμματισμός εισαγωγής.

Πεδίο εφαρμογής Υπηρεσιών Υγείας SaaS που βασίζονται στο Cloud

Η ανάπτυξη υπηρεσιών που βασίζονται στο cloud SaaS με σκοπό την βελτίωση της

ασφάλειας των ασθενών και της ποιότητας της φροντίδας στο νοσοκομείο είναι πολύ σημαντική. Οι υπηρεσίες που παρέχονται περιλαμβάνουν υποστήριξη για κλινικές αποφάσεις, βασικές λειτουργικές υπηρεσίες και υπηρεσίες κινητής πρόσβασης. Επιπλέον, η υπηρεσία CDS περιλαμβάνει εργαλεία και εφαρμογές που υποστηρίζουν το ιατρικό προσωπικό στην λήψη κλινικών αποφάσεων και την πρόληψη λαθών που σχετίζονται με την φαρμακευτική αγωγή. Παρέχονται, επίσης, βασικές υπηρεσίες για διαχείριση των ασθενών και καταχώρηση των οδηγιών των γιατρών, καθώς και κινητές υπηρεσίες πρόσβασης μέσω έξυπνων.

Πλατφόρμα Cloud Computing

Η πλατφόρμα του Cloud Computing προσφέρει υπηρεσίες για βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας της περίθαλψης στις νοσοκομειακές μονάδες. Παρέχονται, επίσης, βασικές υπηρεσίες για τη διαχείριση των ασθενών και τον καταχωρητή ιατρικών εντολών. Επιπλέον, παρέχονται υπηρεσίες που είναι προσβάσιμες από φορητές συσκευές για το ιατρικό προσωπικό. Με σκοπό την υλοποίηση των υπηρεσιών της η πλατφόρμα βασίζεται στο Microsoft Azure cloud computing και ακολουθεί διεθνή πρότυπα για την επίτευξη της συνδεσιμότητας με άλλα συστήματα.

Απόρρητο και ασφάλεια για Cloud-based υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης

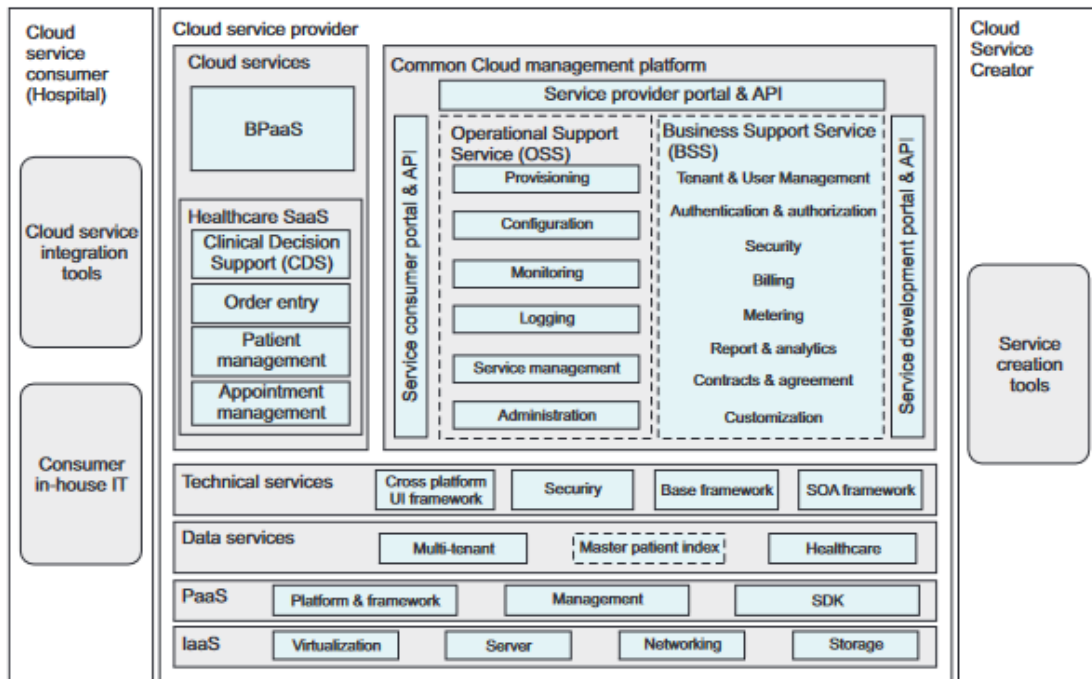
Για την εξασφάλιση των ασφαλών και αξιόπιστων υπηρεσιών πρόσβασης στα ευαίσθητα υγειονομικά δεδομένα μέσω του cloud, πραγματοποιείται αξιολόγηση των κανονισμών και των απαιτήσεων ασφαλείας όπως ορίζουν οι νόμοι. Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη και πιθανές απειλές ασφάλειας που μπορούν να επηρεάσουν τις υπηρεσίες του cloud computing. Αυτό επιτυγχάνεται με την πρόσβαση μόνο εξουσιοδοτημένων χρηστών, η αποθήκευση των δεδομένων σε ασφαλή τοποθεσία, η ταξινόμηση των δεδομένων, η ασφαλής κοινή χρήση δεδομένων και η μη κατάχρηση των υπηρεσιών του cloud.

Αποτελέσματα έρευνας

1. Αρχιτεκτονική της πλατφόρμας Healthcare SaaS (HSP)

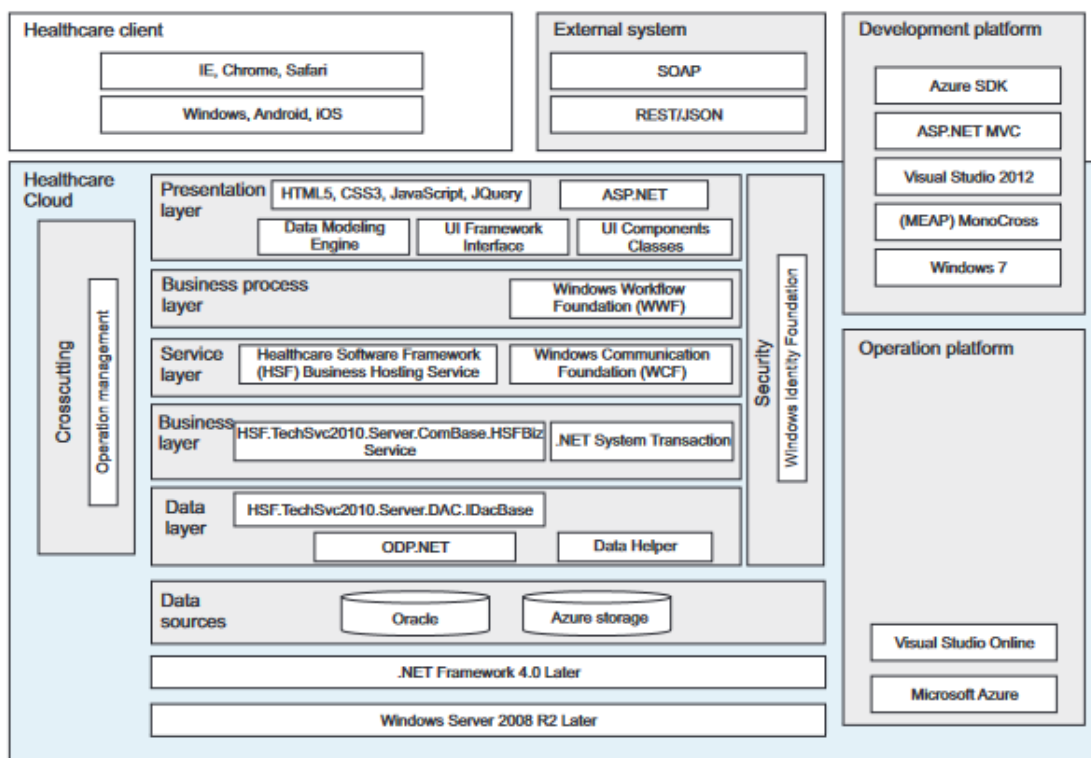
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται την αρχιτεκτονική του Healthcare SaaS Platform (HSP) βασισμένη στην υπηρεσία cloud computing της Microsoft Azure. Το σύστημα της έρευνας, αποτελείται από έναν καταναλωτή υπηρεσιών cloud, έναν πάροχο υπηρεσιών cloud, και έναν δημιουργό υπηρεσιών cloud με σκοπό την ανάπτυξη των

αντίστοιχων υπηρεσιών. Σε ότι αφορά τις τεχνικές υπηρεσίες, έχει ενσωματωθεί ένα πλαίσιο διεπαφής χρήστη το οποίο εξυπηρετεί τις κινητές εφαρμογές και παρέχει ασφάλεια στις υπηρεσίες cloud computing. Επιπλέον, διαθέτει ένα βασικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των υπηρεσιών και ένα πλαίσιο αρχιτεκτονικής των υπηρεσιών για την παροχή υπηρεσιών μέσω διαδικτύου. Συνολικά, το σύστημα δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον με σκοπό την βελτίωση της ασφάλειας και της ποιότητας της περίθαλψης ενός ασθενή σε ένα νοσοκομείο.



Εικόνα 2.4: Αρχιτεκτονική HSP – Λειτουργικότητα

Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει την αρχιτεκτονική του λογισμικού του HSP, η οποία είναι σχεδιασμένη σε στρώματα. Αποτελείται από την πηγή δεδομένων, το επίπεδο των δεδομένων, το επίπεδο υπηρεσιών, το επίπεδο επιχειρηματικής λογικής, το επίπεδο παρουσίασης και το επίπεδο επιχειρηματικών διαδικασιών. Με την χρήση πρωτοκόλλων όπως το SOAP και το REST/JSON μπορούν να συνδεθούν με το HPS εξωτερικά συστήματα.



Εικόνα 2.5: Αρχιτεκτονική HSP – Λογισμικό

2. Υπηρεσίες υγείας βασισμένες στο HSP

Οι υπηρεσίες Υποστήριξης Κλινικής Απόφασης, CDS, διακρίνονται σε υπηρεσίες βασισμένες σε κανόνες για φαρμακευτικές θεραπείες, όπως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ φαρμάκων και οι αντενδείξεις, υπηρεσίες καταγραφής ειδοποιήσεων, όπως ο προγραμματισμός των ραντεβού και διαχείριση των ασθενών, και υπηρεσίες γνώσης. Αυτές οι υπηρεσίες μπορούν να προστεθούν στα παραδοσιακά συστήματα παλαιού τύπου κάθε νοσοκομείου ή να διατεθούν ως βασικές λειτουργικές υπηρεσίες σε ένα cloud.

3. Cloud Configuration και μοντέλο υπηρεσιών

Λόγω των περιορισμών της αποθήκευσης των ιατρικών δεδομένων των ασθενών, το μοντέλο σχεδιάστηκε για το HSP με σκοπό να χρησιμοποιεί μία κοινόχρηστη Βάση Δεδομένων με ξεχωριστή δομή για κάθε μισθωτή. Ο μισθωτής εισέρχεται στο cloud μέσω μίας μοναδικής εφαρμογής. Ανάλογα με τους εκάστοτε κανονισμούς τα δεδομένα αποθηκεύονται είτε τοπικά, είτε στο cloud. Τέλος, το μοντέλο HSP βασίζεται στην υποδομή και την πλατφόρμα cloud computing της Microsoft Azure.

Συμπεράσματα

Με βάση την αυξανόμενη ζήτηση για ολοένα και πιο οικονομικές τεχνολογίες πληροφοριών υγείας και την δυνατότητα πρόσβασης μέσω κινητών συσκευών στον τομέα της υγείας, σε αυτήν τη μελέτη σχεδιάστηκε ένα HSP βασισμένο στο cloud. Το HSP είναι ικανό να υποστηρίξει την ανάπτυξη και ένταξη βασικών λειτουργικών εντολών, υπηρεσιών CDS και υπηρεσιών κινητής υγείας με δυνατότητα κλιμάκωσης.

Η συγκεκριμένη μελέτη προσέγγισε την αρχιτεκτονική του HSP που βασίζεται στο cloud χρησιμοποιώντας το cloud computing της Microsoft. Λαμβάνεται, επίσης, υπόψη η δυνατότητα ένταξης περισσότερων των συστημάτων υγείας και τα ζητήματα ασφαλείας του cloud τα οποία προκύπτουν. Η αξιολόγηση των υπηρεσιών υγείας του HSP βασίζεται στον υπολογισμό του κόστους και στην ευχρηστία των υπηρεσιών CDS.

Κατακλείδα Έρευνας

Προς το παρόν, το HSP βρίσκεται στο στάδιο υλοποίησης και η μελέτη του δεν έχει σταματήσει. Μικρά και μεσαία νοσοκομεία μπορούν να επωφεληθούν από το HSP με σκοπό την ανάπτυξη μιας υποδομής πληροφοριών υγείας με το ελάχιστο κόστος λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος. Συνδέοντας το HSP με τα παραδοσιακά συστήματα, τα νοσοκομεία θα μπορούν να χρησιμοποιούν τα δεδομένα και ποικιλία CDS στοιχείων για να βελτιώσουν την ασφάλεια των ασθενών.

Με την εφαρμογή των υπηρεσιών CDS που βασίζονται σε HSP αλλά και σε άλλες υπηρεσίες υγειονομικής περίθαλψης, προκύπτουν ζητήματα χρηστικότητας, απόδοσης και ασφαλείας. Τα συγκεκριμένα ζητήματα θα πρέπει να εξεταστούν σε μελλοντικές εργασίες. Τέλος, κατά την αξιολόγηση των υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης που βασίζονται στο HPS θα ληφθεί υπόψη η ανάλυση κόστους-οφέλους και η εκτίμηση της χρηστικότητας των υπηρεσιών CDS.

2.4 Τρίτη Βιβλιογραφική Αναφορά

Τον Ιούλιο του 2022 δημοσιεύτηκε στο διαδίκτυο η έρευνα των Abhirup Khanna,, Anushree Sah, Vadim Bolshev, Alessandro Burgio, Vladimir Panchenko και Marek Jasinski με τίτλο “Blockchain-Cloud Integration: A Survey” στο National Library of Medicine. Στην συγκεκριμένη έρευνα υποστηρίζεται ότι η τεχνολογία Blockchain αποτελεί μια κρίσιμη εφεύρεση η οποία πρόκειται να δελεάσει εταιρείες και άλλους κλάδους της βιομηχανίας ώστε να τη χρησιμοποιήσουν για να εργαστούν σε διάφορες υπηρεσίες καθώς το Blockchain είναι μια προνοητική ιδέα που θα μπορούσε να μεταμορφώσει τις υπάρχουσες συναλλαγές. Η επερχόμενη βιομηχανία θα ενσωματώσει τις πιο πρόσφατες τεχνολογικές

εξελίξεις, συμπεριλαμβανομένων των blockchain, του Artificial Intelligent, των καταναμημένων υπολογιστικών συστημάτων και του IoT με σκοπό να αυξήσει την παραγωγικότητα και τη χρησιμότητα των πλαισίων τους. [16]

Συνεπώς η συγκεκριμένη έρευνα πραγματεύεται την ενσωμάτωση του blockchain στο cloud, το οποίο θα αποφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα και λύσεις.

Οφέλη της Ενσωμάτωσης της Τεχνολογίας του Blockchain στο Cloud

- 1) **Αποκεντρωμένη Διαχείριση:** Στον τομέα του cloud, ένα σημαντικό ζήτημα είναι η εξάρτηση από έναν κεντρικό διακομιστή που διαχειρίζεται τα δεδομένα και λαμβάνει αποφάσεις δημιουργώντας ζητήματα ασφάλειας. Αυτό αντιμετωπίζεται με την ένταξη του Blockchain στις υπηρεσίες του cloud computing. Με την χρήση ενός αποκεντρωμένου συστήματος διατηρούνται αντίγραφα των δεδομένων σε διαφορετικούς κόμβους, συνεπώς εξαλείφεται ο κίνδυνος κατάρρευσης όλου του συστήματος.
- 2) **Ασφάλεια Δεδομένων:** Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain προσφέρει αναβάθμιση της ασφάλειας στο cloud computing καθώς το blockchain κληρονομεί πολλά χαρακτηριστικά ασφάλειας δεδομένων.
- 3) **Προσαρμοστικότητα:** Το blockchain παρέχει τεχνολογία επεξεργασίας δεδομένων που υποστηρίζει μεγάλη κλίμακα συναλλαγών. Συνεπώς, με τον συνδυασμό του blockchain και των υπηρεσιών του cloud computing προσφέρει μεγάλη προσαρμοστικότητα.
- 4) **Ανοχή σε Σφάλματα και Λάθη:** Η συγκεκριμένη μέθοδος περιορίζει σημαντικά τον κίνδυνο σφαλμάτων σε περίπτωση που ένας κόμβος του cloud “πέσει”, έτσι ώστε οι υπηρεσίες να παρέχονται αδιάκοπα.

Εφαρμογές της Ενσωμάτωσης του Blockchain στο Cloud Computing

Το cloud computing και η τεχνολογία του Blockchain έχουν συνδυαστεί με σκοπό να δημιουργήσουν πιο ασφαλείς εφαρμογές. Το cloud computing έχει γίνει δημοφιλής λόγω των πόρων και των υπηρεσιών που προσφέρει, ενώ η τεχνολογία των μπλοκ παρέχει ασφαλείς και αυτοματοποιημένες συναλλαγές. Η ολοκλήρωση αυτών των δύο τεχνολογιών έχει εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως στις έξυπνες πόλεις, στην υγεία, στις εφοδιαστικές αλυσίδες, στην οικονομία και στην γεωργία.

Προκλήσεις της Ενσωμάτωσης του Blockchain στο Cloud Computing

Στην συνέχεια αναφέρονται οι προκλήσεις της ενσωμάτωσης του Blockchain στο Cloud Computing:

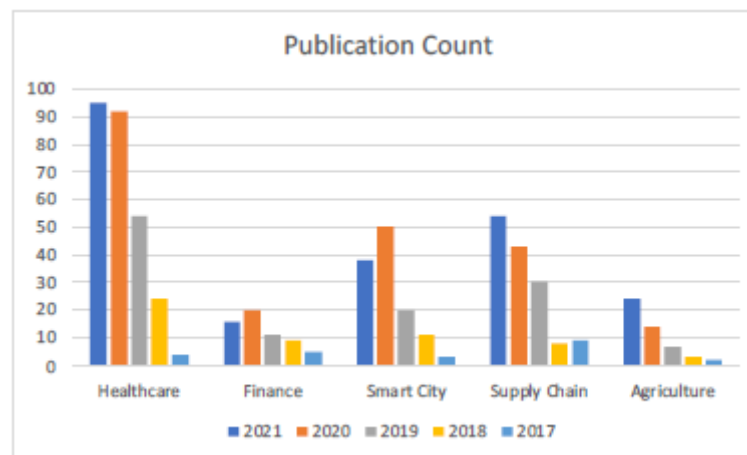
- Περιορισμός στην διαλειτουργικότητα
- Θέματα παραμετροποίησης
- Θέματα σχετικά με την ασφάλεια
- Συμβασιμότητα με συστήματα παλαιού τύπου
- Χαμηλή επεκτασιμότητα
- Υψηλή κατανάλωση ενέργειας

Μεθοδολογία Έρευνας

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε με σκοπό την υλοποίηση του συγκεκριμένου paper αφορά την εξέταση των δημοσιευμένων άρθρων από το 2017 έως το 2021 με τις αντίστοιχες λέξεις-κλειδιά. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας ανά κατηγορία αναζήτησης.

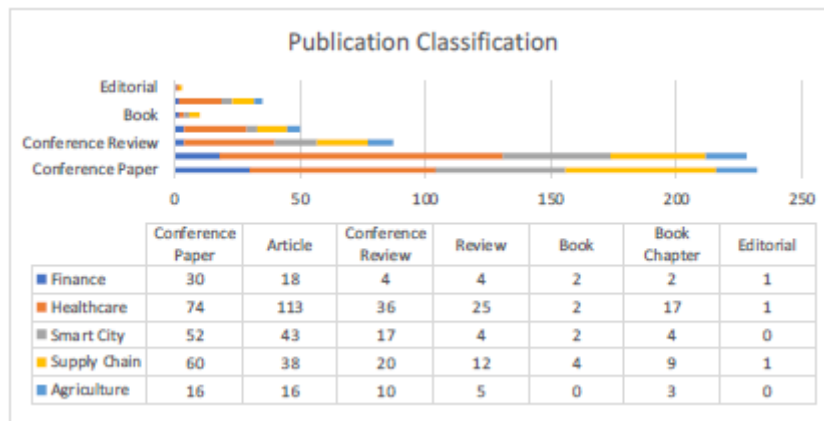
- **Τομείς Εφαρμογής Blockchain–Cloud**

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται ο αριθμός δημοσιευμένων άρθρων από το 2017 σε κάθε έναν από τους σημαντικότερους τομείς εφαρμογής.



Εικόνα 2.6: Σύγκριση Άρθρων ανά Τομέα Εφαρμογής

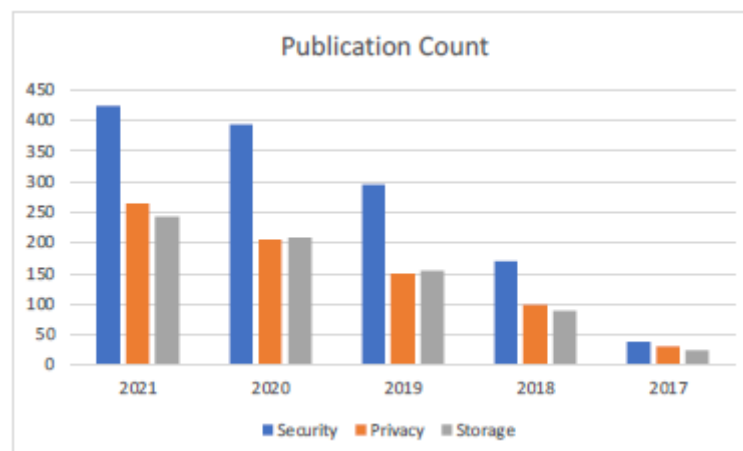
Η εικόνα περιγράφει την κατανομή των άρθρων βάσει της μεθόδου δημοσίευσης.



Εικόνα 2.7: Ταξινόμηση Άρθρων ανά Τομέα Εφαρμογής

- **Περιοχές Επιρροής του Cloud**

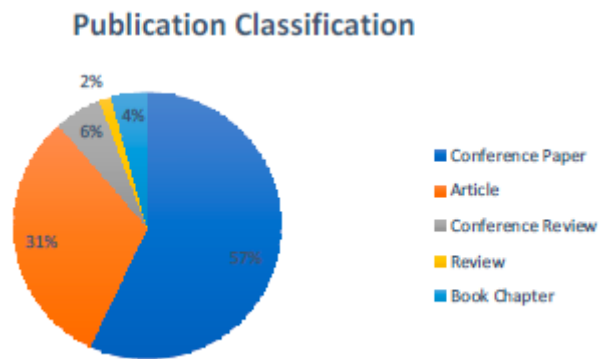
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο της έρευνας μας παρουσιάζονται οι τρεις βασικοί τομείς του cloud computing, η ασφάλεια, η ιδιωτικότητα και η αποθήκευση όπου η τεχνολογία του Blockchain παρέχει πολλά οφέλη. Στην παρακάτω εικόνα γίνεται σύγκριση των δημοσιευμένων άρθρων κάθε χρόνο ανά τομέα.



Εικόνα 2.8: Δημοσιευμένα Άρθρα ανά Τομέα και Χρονιά

- **Blockchain ως Υπηρεσία**

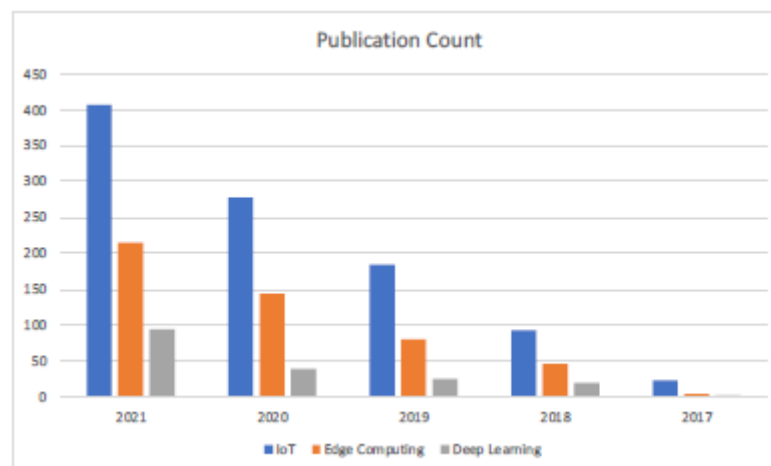
Η εικόνα αναπαριστά τις κατηγορίες των δημοσιευμένων άρθρων για το Blockchain ως υπηρεσία. Από τα αποτελέσματα φανερώνεται ότι το συγκεκριμένο θέμα έχει μεγάλο ενδιαφέρον για τους ερευνητές.



Εικόνα 2.9: Σύγκριση Δημοσιεύσεων για το Blockchain-as-a-Service

- **Τεχνολογίες που συνδυάζουν το Cloud Computing με το Blockchain**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση των κυρίαρχων τεχνολογιών όπως είναι το Internet of Things, το Edge Computing και το Deep Learning που χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με το Blockchain.



Εικόνα 2.10: Σύγκριση Δημοσιεύσεων ανά Έτος

Πάροχοι και Υπηρεσίες Blockchain

Καθώς η τεχνολογία του blockchain αποτελεί μία από τις πιο γρήγορα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες στην πληροφορική, πολλοί πάροχοι του cloud computing έχουν αναπτύξει δικές του λύσεις γνωστές ως Blockchain-as-a-Service, BaaS. Μεγάλες τεχνολογικές εταιρείες έχουν επενδύσει σημαντικά ποσά στην ανάπτυξη αντίστοιχων υπηρεσιών. Σκοπός τους είναι να παρέχουν λύσεις υψηλού επιπέδου για τις επιχειρήσεις. Στην συγκεκριμένη ενότητα θα μελετηθούν οι προσπάθειες ανάπτυξης των κορυφαίων παρόχων.

- **Amazon Web Services, AWS:** Το 2018 παρουσιάστηκε στο κοινό και αποτελεί μία πλήρως διαχειριζόμενη υπηρεσία με σκοπό την δημιουργία και την διαχείριση ενός Blockchain δικτύου. Επιπλέον επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει ανάμεσα στα δύο πλαίσια το Ethereum και το hyperledger Fabric. Το AWS επιτρέπει στον χρήστη να υλοποιήσει εφαρμογές αποκεντρωμένα και με ασφάλεια. Η υπηρεσίες που προσφέρονται από την Amazon χρεώνονται μόνο για το χρονικό διάστημα που χρησιμοποιούνται.
- **Azure Blockchain Services:** Η Microsoft ήταν από τους πρώτους παρόχους cloud computing η προσέφερε το BaaS σε εταιρείες, παρέχοντας υπηρεσίες ασφαλείς, γρήγορες και χαμηλού κόστους. Η υπηρεσία Azure Blockchain παρέχει στους πελάτες διαμορφωμένη υποδομή και πόρους μειώνοντας συνεπώς τον χρόνο ανάπτυξης. Επιπλέον παρέχεται η ασφαλείς αποθήκευση των δεδομένων των πελατών. Προσφέρονται δύο είδη υπηρεσιών, η Basic και η Standard, με τις Basic να προορίζονται για μικρές και δοκιμαστικές εργασίες ενώ η Standard μπορούν να υποστηρίξουν μεγάλα και παραγωγικά έργα.
- **Oracle Cloud Blockchain:** Η Oracle ανέπτυξε την συγκεκριμένη πλατφόρμα η οποία αποτελείται από ένα κατανεμημένο σύστημα με σκοπό οι χρήστες να αναπτύξουν εφαρμογές blockchain. Ως βασικό πλαίσιο για την ανάπτυξη χρησιμοποιείται το Hyperledger Fabric.

Factor	AWS Blockchain	Azure Blockchain Service	Oracle Blockchain Platform
Blockchain Hosting Platform	Ethereum, Hyperledger Fabric, Corda	Ethereum, Hyperledger Fabric, Corda, MultiChain	Hyperledger Fabric
Blockchain Type	Permissioned	Permissioned	Permissioned, Private, Consortium
Key Services/ Products	Amazon Quantum Ledger Database (QLDB), Amazon Managed Blockchain	Azure Blockchain Workbench, Ethereum on Azure	Blockchain App Builder, Blockchain Tables, Oracle PaaS
Architectural Design	Component based architecture	Layered Architecture	Layered Architecture
Pricing	Pay-as-you-go	Subscription plan, Pay-as-you-go	Pay-as-you-go, Subscription based, Licenced
Major Clients	Accenture, Nestle, GE Aviation, PHILIPS, SonyMusic	J.P Morgan, Singapore Airlines, XBOX, Starbucks	iPoint, M2O, SERES, AJIB

Εικόνα 2.11: Σύγκριση Υπηρεσιών Blockchain ανά Πάροχο

Κατακλείδα Έρευνας

Το Blockchain αποτελεί μία από τις πιο γρήγορα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες του cloud computing με ευρέως διαδεδομένη εφαρμογή. Κύριοι παράγοντες που έχουν επιτελέσει στην επιτυχία του είναι η ασφάλεια του, η αποκεντρωμένη φύση του κ.α. Υπάρχουν και προκλήσεις που μπορούν να επηρεάσουν την αποδοτικότητά του όπως είναι η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, οι απαιτήσεις υποδομής και η μη εύκολη κλιμακωσιμότητα. Με την συγκεκριμένη τεχνολογία στοχεύεται η αντιμετώπιση των

προκλήσεων και η ανάπτυξη αποκεντρωμένων έργων.

Στην παρούσα έρευνα στοχεύει να μελετήσει τον βαθμό της έρευνα που έχει γίνει τα τελευταία χρόνια από πλήθος ερευνητών. Μέσα από την έρευνα καταλήξαμε στα παρακάτω συμπεράσματα.

- Το cloud computing και το blockchain αποτελούν συμπληρωματικές υπηρεσίες με στόχο την δημιουργία κατακεντρωμένου συστήματος.
- Οι εσωτερικές λειτουργίες του cloud μπορούν να γίνουν πιο ασφαλείς, αποδοτικές μέσω του συνδυασμού της με το blockchain
- Όλο και περισσότεροι πάροχοι στρέφονται προς την ανάπτυξη υπηρεσιών BaaS.
- Μεγάλη ανάπτυξη έχουν γνωρίσει υπηρεσίες σχετικά με το απόρρητο των δεδομένων του cloud και την αποθήκευση στο cloud.
- Για την λειτουργία των έξυπνων πόλεων προτείνονται νέα μοντέλα όπως το IoT και το Deep Learning.
- Ανοικτή πρόκληση έρευνας για τα συγκεκριμένα συστήματα αποτελεί η επεκτασιμότητα σε περιπτώσεις μεγάλου όγκου δεδομένων.

2.5 Τέταρτη Βιβλιογραφική Αναφορά

Η επιστημονική ομάδα των Junaid Hassan, Danish Shehzad, Usman Habib, Muhammad Umar Aftab, Muhammad Ahmad, Ramil Kuleev και Manuel Mazzara δημοσίευσαν στις 7 Ιουνίου του 2022 το άρθρο “The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR)” στο Hindawi. Η συγκεκριμένη έρευνα στοχεύει στην σύγκριση και την ανάλυση διαφόρων τεχνολογιών προστασίας δεδομένων στο cloud μέσω της ανασκόπησης βιβλιογραφικών πηγών. Σκοπός τους είναι η διασφάλιση της ιδιωτικότητας των χρηστών και η προστασία των δεδομένων. [17]

Παρουσιάζονται τεχνικές όπως η απόκρυψη δεδομένων, διάφορες κρυπτογραφικές και μη τεχνικές, η χρήση ιδιότυπων σχημάτων υπογραφής οι οποίες αναλύονται στην συνέχεια. Επίσης μέσω της έρευνας αναδεικνύεται το πόσο σημαντική είναι η προστασία των δεδομένων στο cloud computing και προτείνονται λύσεις για την εξασφάλιση της ιδιωτικότητας και της ασφάλειας.

Ιδιωτικότητα και Ασφάλεια Δεδομένων στο Cloud

Στην τεχνολογία του cloud computing οι χρήστες αποθηκεύουν δεδομένα απομακρυσμένα στο cloud συνεπώς είναι απαραίτητη η εξασφάλιση του απορρήτου και της ασφάλειας των δεδομένων. Για να είναι αυτό εφικτό απαιτούνται τεχνικές προστασίας των

ευαίσθητων δεδομένων.

Η αποθήκευση στο cloud χωρίζεται στις παρακάτω κατηγορίες.

- Προσωπική αποθήκευση
- Ιδιωτική αποθήκευση
- Δημόσια αποθήκευση
- Κοινοτική αποθήκευση
- Υβριδική αποθήκευση

Όμως είναι σημαντικό πριν “ανεβούν” τα δεδομένα χρηστών στο cloud να προστατευτεί η ιδιωτικότητα τους. Επιπλέον, από την στιγμή που τα δεδομένα βρίσκονται στο cloud ο χρήστης υλοποιεί κάποιες λειτουργίες όπως αναζητήσεις όπου και αυτές θα πρέπει να είναι ασφαλείς.

Καθώς οι πάροχοι των υπηρεσιών cloud μπορούν να έχουν πλήρη πρόσβαση στο σύνολο των δεδομένων του χρήστη και μπορεί να παρακολουθείται η δραστηριότητά τους η ιδιωτικότητα μπορεί να θεωρηθεί πιο σημαντική από την ασφάλεια. Ένας τρόπος για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος αποτελεί η εγκατάσταση ενός ενδιάμεσου μεσολαβητή ο οποίος λαμβάνει τα δεδομένα από τον χρήστη, τα κρυπτογραφεί και στην συνέχεια τα δεδομένα στέλνονται στο cloud.

Μεθοδολογία Έρευνας

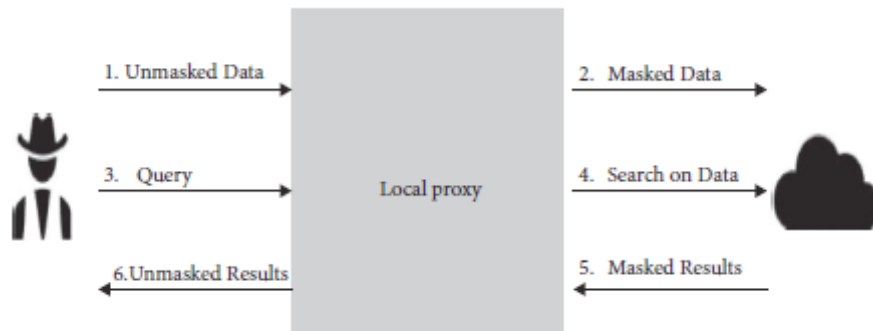
Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η αξιολόγηση και η διερεύνηση των ήδη υπάρχουσών ερευνών που σχετίζονται με τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για την ασφαλή αποθήκευση δεδομένων στο cloud computing. Καθώς δεν υπάρχει καμία βιβλιογραφική ανασκόπηση που να εξηγεί τις κρυπτογραφικές και μη κρυπτογραφικές τεχνικές έρχεται αυτή η έρευνα να συμπληρώσει το κενό.

Η βιβλιογραφική αναφορά αποτελείται από τρία μέρη, το πρώτο είναι ο σχεδιασμός, η δεύτερη είναι η υλοποίηση και η τρίτη είναι η παρουσίαση της αναφοράς. Τα βήματα της μεθοδολογίας της έρευνας παρουσιάζονται στην συνέχεια:

Μέθοδοι Ασφάλειας στο Cloud

Για την παροχή της κατάλληλης ασφάλειας των δεδομένων του χρήστη έχει αναπτυχθεί είναι έμπιστος διαμεσολαβητής σε έναν ασφαλή τόπο όπως σε ένα προσωπικό υπολογιστή. Για την υλοποίηση του διαμεσολαβητή υπάρχουν και κάποιες απαιτήσεις όπως η εξουσιοδότηση που δίνεται από τον χρήστη, η διαφάνεια που έχει ως σκοπό τα δεδομένα να παραμένουν αμετάβλητα, η μεγάλη υπολογιστική ισχύ του cloud και η διατήρηση της

λειτουργικότητας του cloud.



Εικόνα 2.12: Διάγραμμα Ροής Τοπικού Διαμεσολαβητή

Κατηγορίες Τεχνικών Προστασίας Δεδομένων

Οι τεχνικές προστασίας των δεδομένων στο cloud διαιρούνται σε δύο κατηγορίες, τις κρυπτογραφικές και τις μη κρυπτογραφικές τεχνικές. Τα κριτήρια που εξετάζονται κατά την εφαρμογή τους είναι η ακρίβεια των δεδομένων, το επίπεδο της ασφάλειας που παρέχεται και οι λειτουργίες που εκτελούνται.

Μη Κρυπτογραφικές Τεχνικές

Οι μη κρυπτογραφικές τεχνικές είναι τεχνικές οι οποίες εφαρμόζονται με σκοπό την προστασία των δεδομένων και της ιδιωτικότητας των χρηστών. Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες από τις μη κρυπτογραφημένες τεχνικές.

- **Data Anonymization, Ανωνυμοποίηση Δεδομένων:** Αποτελεί μία τεχνική για την προστασία των ευαίσθητων πληροφοριών του χρήστη καθώς οι προσωπικές πληροφορίες αλλοιώνονται χωρίς να αποκαλυφθεί η ταυτότητά του. Υπάρχουν δύο είδη της συγκεκριμένης τεχνικής, η Perturbative Masking, όπου τα δεδομένα αντικαθίστανται με ψευδή και η Nonperturbative Masking, όπου τα αρχικά δεδομένα μειώνονται και αλλάζουν οι ιδιότητές τους.
- **Data Splitting, Διάρθρωση Δεδομένων:** Αποτελεί μία τεχνική όπου τα ευαίσθητα δεδομένα διαιρούνται σε μικρότερα κομμάτια με σκοπό να προστατευτούν, τα οποία στην συνέχεια αποθηκεύονται σε τυχαία σημεία στο cloud. Χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές Data Splitting όπως Byte Level Splitting, Privacy Level Splitting, Byte Level Splitting with Encryption και Vertical Splitting.
- **Steganography, Στεγανογραφία:** Αποτελεί μία πρακτική κρυπτογράφησης ενός

μηνύματος μέσα σε ένα άλλο μήνυμα και εφαρμόζεται για την κρυπτογράφηση δεδομένων χωρίς αυτές να είναι εμφανείς σε τρίτους. Άλλες μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην συγκεκριμένη τεχνική είναι η Linguistic Steganography και η Technical Steganography.

Κρυπτογραφικές Τεχνικές

Κατά την κρυπτογράφηση το καθαρό κείμενο μετατρέπεται σε ένα κρυπτογραφημένο κείμενο με την χρήση ενός κλειδιού και κάποιον αλγόριθμο κρυπτογράφησης. Τέτοιες κρυπτογραφικές χρησιμοποιούνται ευρέως στην ασφάλεια των clouds. Στην έρευνα αναφέρεται πλήθος κρυπτογραφημένων τεχνικών όπως η Δομημένη κρυπτογράφηση, η Συμμετρική κρυπτογράφηση, η κρυπτογράφηση Δημοσίου Κλειδιού κ.α. Γίνεται ανάλυση της κάθε μεθόδου αλλά παρουσιάζονται και οι περιορισμοί τους. Στην συνέχεια παρουσιάζονται μερικές από τις βασικές μεθόδους κρυπτογράφησης.

- **Homomorphic Encryption, Ομομορφική Κρυπτογράφηση:** Αποτελεί μία τεχνική κρυπτογράφησης που επιτρέπει την εκτέλεση υπολογισμών χωρίς τα δεδομένα να αποκρυπτογραφηθούν με το αποτέλεσμα τους να είναι επίσης κρυπτογραφημένα. Υπάρχουν διάφορα είδη της συγκεκριμένης τεχνικής όπως η Partial Homomorphic Encryption, η Somewhat Homomorphic Encryption και η Fully Homomorphic Encryption.
- **Searchable Encryption, Αναζητήσιμη Κρυπτογράφηση:** Αποτελεί μία τεχνική κρυπτογράφησης η οποία επιτρέπει την ασφαλή αναζήτηση των κρυπτογραφημένων δεδομένων. Ο χρήστης μπορεί να αναζητήσει δεδομένα με την χρήση λέξεων-κλειδιών. Άλλα είδη της συγκεκριμένης τεχνικής είναι η Searchable Asymmetric Encryption και η Searchable Symmetric Encryption.
- **Encryption, Κρυπτογράφηση:** Αποτελεί μία τεχνική κρυπτογράφησης όπου το αρχικό κείμενο μετατρέπεται σε κρυπτογραφημένο και μόνο εξουσιοδοτημένα μέλη μπορούν να το αποκρυπτογραφήσουν. Άλλα είδη κρυπτογράφησης είναι η Public Key Encryption, η Symmetric Key Encryption, η Functional Encryption και η Identity-Based Encryption.
- **Signcryption, Κρυπτογράφηση με Υπογραφή:** Αποτελεί μία τεχνική κρυπτογράφησης η οποία συνδυάζει την κρυπτογράφηση με την μέθοδο της υπογραφής. Παρέχεται δηλαδή η δυνατότητα ένα κείμενο να υπογράφεται και να κρυπτογραφείται παράλληλα με την χρήση ενός κλειδιού.

Σύγκριση Τεχνικών Προστασίας Δεδομένων

Κατά την έρευνα έγινε σύγκριση των τεχνικών προστασίας δεδομένων που αναφέρθηκαν με σκοπό να παρουσιαστεί η πιο κατάλληλη. Η σύγκριση έγινε με βάση τις παρακάτω παραμέτρους

1. Κόστος τοπικού διαμεσολαβητή
2. Επίπεδο ασφάλειας δεδομένων
3. Διατήρηση ακρίβειας δεδομένων
4. Διαφάνεια

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η σύγκριση των κύριων τεχνικών προστασίας δεδομένων και παρέχεται μία σύντομη αναφορά στην καθεμία.

Τεχνική	Κόστος τοπικού διαμεσολαβητή	Ακρίβεια δεδομένων	Επίπεδο προστασίας δεδομένων	Διαφάνεια	Υποστηριζόμενες Λειτουργίες	Εφαρμογή
Encryption Κρυπτογράφηση	Μεγάλο	Υψηλή	Υψηλό	Απαιτείται διαχείριση κλειδιού	Μόνο αποθήκευση	Υψηλή ασφάλεια Χαμηλή απόδοση
Anonymization Ανωνυμοποίηση	Χαμηλό	Χαμηλή	Μεσαίο	Πλήρης	Αποθήκευση και περιορισμένη αναζήτηση	Στατιστικά δεδομένα
Splitting Διαίρεση	Σταθερό	Υψηλή	Χαμηλό	Χαμηλή	Όλες	Υψηλή απόδοση Χαμηλή ασφάλεια
Homomorphic Encryption Ομομορφική Κρυπτογράφηση	Μεγάλο	Υψηλή	Υψηλό	Απαιτείται διαχείριση κλειδιού	Αποθήκευση και υπολογισμοί	Υψηλή απόδοση Υψηλή ασφάλεια
Signcryption Κρυπτογράφηση με Υπογραφή	Υψηλό	Υψηλό	Υψηλό	Απαιτείται διαχείριση κλειδιού	Μόνο αποθήκευση	Προστασία δεδομένων Υψηλή προστασία
Steganography Στεγανογραφία	Χαμηλό	Χαμηλή	Μεσαίο	Πλήρης	Μόνο αποθήκευση	Μεσαία ασφάλεια

						Χαμηλή απόδοση
--	--	--	--	--	--	-------------------

Διάγραμμα 2.3: Σύγκριση Τεχνικών Προστασίας Δεδομένων

Κατακλείδα Έρευνας

Με την υλοποίηση της έρευνας εντοπίστηκαν κάποιες προκλήσεις οι οποίες παρουσιάζονται στην συνέχεια.

- i. Εντοπίστηκε η ανάγκη για ανάπτυξη νέων πρωτοκόλλων με σκοπό την επικοινωνία των διαμερισμένων δεδομένων που αποθηκεύονται σε διαφορετικά clouds. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η βελτίωση της ασφάλειας στις τεχνικές Splitting.
- ii. Οι Anonymization τεχνικές δεν λειτουργούν πολύ αποτελεσματικά σε μεγάλο όγκο δεδομένων και έχει αναπτυχθεί η ανάγκη ανάπτυξης νέων τεχνολογιών.
- iii. Η τεχνική Steganography μπορεί να έχει εφαρμογή μόνο σε τρίτους οι οποίοι δεν γνωρίζουν την συγκεκριμένη τεχνική.
- iv. Υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης κρυπτογραφικών τεχνικών που απαιτούν λιγότερο χρόνο κατά την εκτέλεση των λειτουργιών σε κρυπτογραφημένα δεδομένα με σκοπό να παρέχεται και υψηλή ασφάλεια αλλά και μεγάλη απόδοση.
- v. Η τεχνική Homomorphic Encryption έχει μεγάλη πολυπλοκότητα και δεν είναι αποδοτική στο σύνολο των εφαρμογών.
- vi. Στην τεχνική Signcryption το κόστος υπολογισμών είναι πολύ μεγάλο και ασύμφορο.

2.6 Πέμπτη Βιβλιογραφική Αναφορά

Τον Αύγουστο του 2022 δημοσιεύτηκε στο Hindawi η έρευνα με τίτλο “Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing” των ερευνητών Jingjie Zhao, Liming Zhang και Yue Zhao. Η παρούσα μελέτη εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο το cloud computing μπορεί να βελτιώσει την απόδοση και την διαχείριση των λογιστικών συστημάτων σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις. [18]

Επικεντρώνεται στην χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, AI, με σκοπό την υλοποίηση ενός συστήματος λογιστικής πληροφόρησης στο cloud. Το συγκεκριμένο σύστημα μπορεί να βελτιώσει την διαχείριση των οικονομικών μιας εταιρείας, να μειώσει το λειτουργικό της κόστος και να βοηθήσει στην επίλυση προβλημάτων. Ακόμα, αναφέρονται και εξετάζονται τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις που προκύπτουν από

την υλοποίηση του συγκεκριμένου συστήματος.

Σύστημα Λογιστικής Πληροφόρησης υπό το Cloud Computing και το Artificial Intelligent

Καθώς τα παραδοσιακά υπολογιστικά μοντέλα δεν πλέον να ανταποκριθούν επαρκώς στις ολοένα και αυξανόμενες απαιτήσεις της λειτουργίας των νέων επιχειρήσεων, έχει δημιουργηθεί ανάπτυξη νέων τεχνολογιών. Στην ενότητα της έρευνας παρουσιάζεται το πόσο εφικτή είναι η ανάπτυξης ενός συστήματος λογιστικής πληροφόρησης με την χρήση του cloud computing και της τεχνητής νοημοσύνης, AI.

Πιο αναλυτικά, με την χρήση του cloud computing μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση της λειτουργίας και της διαχείρισης των λογιστικών συστημάτων. Δίνεται η δυνατότητα απομακρυσμένης αποθήκευσης δεδομένων και επεξεργασίας των πληροφοριών παρέχοντας μείωση του κόστους λειτουργίας και αγοράς τοπικών υπολογιστών. Πιθανές προκλήσεις που μπορεί να αναπτυχθούν με την χρήση του cloud computing αποτελούν η ασφάλεια των λογιστικών πληροφοριών και η ανάγκη για αδιάκοπη επικοινωνία με τους παρόχους του cloud με σκοπό την τροποποίηση των λειτουργιών του συστήματος ανάλογα με τις ανάγκες της επιχείρησης. Σημαντική, επίσης, είναι και η επιλογή των κατάλληλων υπηρεσιών cloud, που πρέπει να βασίζεται στις ανάγκες της επιχείρησης αλλά και η εκπαίδευση του προσωπικού για την χρήση των συγκεκριμένων υπηρεσιών.

Η τεχνητή νοημοσύνη, AI, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επεξεργασία των λογιστικών πληροφοριών και την λήψη αποφάσεων στον οικονομικό τομέα. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα οι λογιστικές πληροφορίες να επεξεργάζονται σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την συνεχή παρακολούθηση της οικονομικής κατάστασης της επιχείρησης. Με την χρήση της τεχνητής νοημοσύνης μπορούν να αναλυθούν οι πληροφορίες με σκοπό την επίλυση προβλημάτων που προκύπτουν, προσφέροντας παράλληλα την αύξηση της απόδοσης της επιχείρησης.

Εφαρμογή του Συστήματος Λογιστικής Πληροφόρησης στο Cloud

1. Χρήση Πλατφόρμας SaaS για την Βελτίωση της Διαχείρισης

Η χρήση πλατφόρμας SaaS αποτελεί ένα αποτελεσματικό μέσο για την υλοποίηση συστημάτων λογιστικής πληροφόρησης με σκοπό την βελτίωση της διαχείρισης μιας μικρομεσαίας επιχείρησης. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που παρέχεται είναι η δυνατότητα εκμίσθωσης των υπηρεσιών. Η λειτουργία είναι η εξής, η επιχείρηση συνδέεται στην πλατφόρμα SaaS μέσω της οποίας οι πελάτες έχουν πρόσβαση σε υπηρεσίες όπως την

οικονομική διαχείριση, την διαχείριση του συστήματος και την παροχή διακομιστή και δικτύου. Η κατανομή των υπηρεσιών είναι κατανεμημένη. Με την χρήση της συγκεκριμένης υπηρεσίας οι επιχειρήσεις μπορούν να μειώσουν το κεφάλαιο που επενδύουν για την ανάπτυξη αντίστοιχων εργαλείων κατασκευάζοντας παράλληλα πιο αποδοτικά συστήματα.

$$EC(cpu) = A \times B \times C \times (C - c) \times VM$$

Η παραπάνω εξίσωση υπολογίζει την κατανάλωση ισχύος της μνήμης που αποτελεί γραμμική συνάρτηση του χρόνου.

Επιπλέον, μέσω του cloud computing, μικρομεσαίες επιχειρήσεις μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε συμβουλευτικές υπηρεσίες και σε πρόσφατες τεχνολογικές εφαρμογές οι οποίες είναι διαθέσιμες από τους παρόχους υπηρεσιών.

2. Εφαρμογή της Τεχνολογίας Virtualization, Εικονοποίησης

Το virtualization μπορεί να μειώσει σημαντικά το πληροφοριακό κόστος και να μειώσει το ανθρώπινο δυναμικό μίας επιχείρησης καθώς οι επιχειρήσεις μπορούν να έχουν μεγάλο αριθμό εικονικών συσκευών. Σχετικά με το λογισμικό που χρησιμοποιείται, αυτό χρειάζεται να εγκατασταθεί μόνο μία φορά στην εικονική συσκευή παρέχοντας μεγάλη ευκολία κατά την διάρκεια της αναβάθμισής τους.

$$n_{ij} = x_i^{\min} + r(x_j^{\max} - x_i^{\max}),$$

όπου $x^{\max}$ και $x^{\min}$ αποτελούν τις ελάχιστες και τις μέγιστες τιμές των στοιχείων που είναι διαθέσιμα και r αποτελεί έναν τυχαίο αριθμό ανάμεσα στο 0 και το 1.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα που παρέχεται μέσω του virtualization είναι το υψηλό επίπεδο ασφάλειας σε συνδυασμό με χαμηλό κόστος. Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία πραγματοποιούνται γρήγορα λειτουργίες όπως η συντήρηση και η τήρηση αντιγράφων ασφαλείας και η ανάκτησή τους.

3. Το Πρόβλημα Εισαγωγής και Μετατροπής Δεδομένων μεταξύ Ετερογενών Πλατφορμών

Με την ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση των υπηρεσιών, η πλατφόρμα SaaS, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως αυτή την στιγμή, δεν μπορεί να καλύψει τις ανάγκες όλων των επιχειρήσεων. Επιπλέον αυξάνονται συνεχώς και τα δεδομένα που παράγουν οι επιχειρήσεις. Συνεπώς κάποιες επιχειρήσεις επιλέγουν να αναπτύξουν το δικό τους

σύστημα λογιστικής πληροφόρησης. Το πρόβλημα που προκύπτει είναι η μεταφορά των δεδομένων από την πλατφόρμα SaaS στο σύστημα που έχουν αναπτύξει, καθώς κάποια δεδομένα δεν μπορούν εξαχθούν από την πλατφόρμα SaaS.

Ανάλυση του Ρίσκου της Χρήσης της AI και του Cloud στο Σύστημα Λογιστικής Πληροφόρησης

Η χρήση του cloud computing ενέχει πολλούς κινδύνους όπως η απώλεια εμπιστευτικότητας και της ασφάλειας των δεδομένων. Καθώς τα δεδομένα αποθηκεύονται σε όχι τοπικούς διακομιστές μπορεί να κλαπούν ή να χαθούν. Ακόμα πρέπει να υπολογίσουμε και την αύξηση της ανεργίας μέσω της μείωσης των θέσεων εργασίας από την ανάπτυξη της τεχνολογίας AI.

$$R_i^j = \frac{\sum_{\delta \in sma} TM_m}{w_i}$$

Στην παραπάνω εξίσωση η τιμή του R_i^j είναι ανάλογη του χρόνου επεξεργασίας.

$$T_{\min} = \min_{ses} T_s$$

Στην παραπάνω εξίσωση η τιμή του T αποτελεί τον ελάχιστο χρόνο διεργασίας για το σύνολο των διανυσμάτων λύσεων $|S|$.

Τα προβλήματα που έχουν αναφερθεί οδηγούν σε επιπλέον κόστος για την εταιρεία και επιπλέον η διαδικασία ταξινόμησης και οργάνωσης των δεδομένων απαιτεί χρόνο. Πέρα από τον χρόνο και το κόστος πρέπει να ληφθεί υπόψη και η πιθανότητα ύπαρξης σφαλμάτων κατά την επεξεργασία των δεδομένων όπου μπορεί να επηρεάσουν την λήψη των αποφάσεων.

$$E(X) = \sum_{i=1}^N X_i * p(x_i)$$

Ο παραπάνω τύπος αποτελεί την μαθηματική αντιπροσώπευση του cloud computing.

Επιπλέον, λόγω της κατανεμημένης φύσης του cloud σε συνδυασμό με την απόσταση που μπορεί να έχει μία εταιρεία με μία θυγατρική της, μπορεί να παρουσιαστούν προβλήματα στα λογιστικά και στις αποθήκες, όπως σφάλματα στον υπολογισμό των κερδών, καταχώρηση εσφαλμένης αξία αποθέματος και λάθη στην κοστολόγηση.

$$d(x_a, x_b) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ai}, x_{bi})}$$

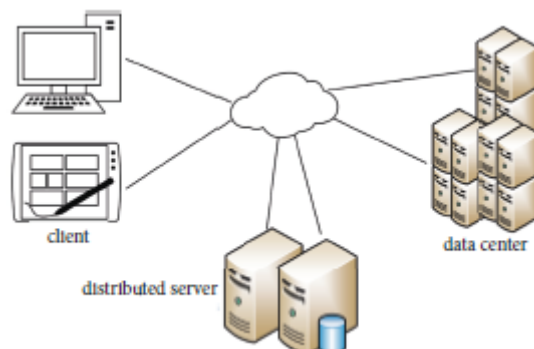
Ο παραπάνω τύπος υπολογίζει την Ευκλείδεια απόσταση για την μέτρηση της ομοιότητας δύο αντικειμένων.

Στον τομέα του AI τα λογιστικά δεδομένα συλλέγονται, επεξεργάζονται και αποθηκεύονται σε ψηφιακή μορφή καθιστώντας τες πιο ευάλωτες στην καταστροφή τους ή στην κλοπή τους. Με σκοπό να λυθούν τα παραπάνω προβλήματα χρησιμοποιείται το cloud computing. Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση του μοντέλου SaaS όλες οι υπηρεσίες της εταιρείας μπορούν να υλοποιούνται μέσω ενός προγράμματος περιήγησης χωρίς να γίνει η εγκατάσταση των αντίστοιχων λογισμικών. Με αυτόν την λειτουργία παρατηρούνται σταθερές υπηρεσίες όταν υπάρχουν γρήγορες ταχύτητες. Τέλος, πρέπει να διατηρείται συχνή επικοινωνία με τον πάροχο του cloud για αλλαγές που μπορεί να προκύψουν.

Ανάλυση των Παραγόντων Κινδύνου στο Σύστημα Λογιστικής Πληροφόρησης

Το σύστημα λογιστικής πληροφόρησης μια επιχείρησης σε συνδυασμό με την τεχνολογία των μεγάλων δεδομένων, big data, έχει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή του. Βελτιώνεται το επίπεδο των λογιστικών δραστηριοτήτων της επιχείρησης, μειώνονται τα λειτουργικά έξοδα και βελτιώνεται η ταξινόμηση των δεδομένων. Παράλληλα όμως, αυξάνονται τα έξοδα διαχείρισης και συντήρησης αλλά και οι κίνδυνοι κλοπής δεδομένων. Συνεπώς πρέπει να αυξηθεί η ασφάλεια των συγκεκριμένων συστημάτων καθώς προκύπτουν τρία βασικά προβλήματα:

1. Μη σταθερότητα λειτουργικού συστήματος της πλατφόρμας κοινής χρήσης μεγάλων δεδομένων.
2. Κενά στην διαχείριση της ασφάλειας της ταυτότητας χρήστη.
3. Ατελής μέθοδος κρυπτογράφησης της βάσης δεδομένων.



Εικόνα 2.13: Βασικά Συστατικά Cloud Computing

Παρακάτω παρουσιάζεται ο αλγόριθμος για την μείωση των σφαλμάτων κατά την εκπαίδευση. Το αποτέλεσμα είναι ένα ποσοστό το οποίο δηλώνει το ποσοστό σφάλματος ταξινόμησης στο σύνολο των δεδομένων εκπαίδευσης.

$$Z_t = \sum_{i=1}^N w_m e^{-ayc}$$

Η ασφάλεια αποτελεί το πιο κρίσιμο μέρος ενός συστήματος λογιστικής πληροφόρησης με σκοπό να διατηρείται η κανονική του λειτουργία. Σύμφωνα με έρευνα το 60% περίπου των επιχειρήσεων δεν είναι πρόθυμοι στο να χρησιμοποιήσουν τα συγκεκριμένα συστήματα λόγω ανασφάλειας για την προστασία των δεδομένων.

Κατακλείδα Έρευνας

Το cloud computing αν και αποτελεί ένα νέο πεδίο η επίδρασή του ήδη είναι πολύ μεγάλη καθώς παρέχει πολλά πλεονεκτήματα τόσο στο τεχνικό κομμάτι όσο και στο οικονομικό. Οι επιχειρήσεις πλέον έχουν πρόσβαση σε πλατφόρμες παρέχοντας έναν ιδανικό χώρο για την ανάπτυξή τους. Οι κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν μπορούν να αντιμετωπιστούν με διάφορες τεχνικές ασφάλειας.

Στην παρούσα έρευνα αναλύεται λεπτομερώς η εφαρμογή του cloud computing στα συστήματα λογιστικής πληροφόρησης των εταιριών. Επιπλέον προτείνεται και ένα πλαίσιο για την εφαρμογή του cloud computing στην λογιστική πληροφόρηση μιας μικρομεσαίας εταιρείας. Συμπεραίνεται ότι η εφαρμογή του cloud computing έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης των αλγορίθμων. Με επέκταση της έρευνας μπορεί να είναι η επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος.

2.7 Σύνοψη Κεφαλαίου 2^{ου}

Στο δεύτερο κεφάλαιο εξετάστηκαν διάφορες βιβλιογραφικές πηγές οι οποίες αντιπροσωπεύουν τις πιο πρόσφατες εξελίξεις στον χώρο των βάσεων δεδομένων και του cloud computing. Ερευνώνται νέες προσεγγίσεις και τεχνολογίες οι οποίες αναμένεται να διαμορφώσουν την εξέλιξη του χώρου. Τέλος, παρέχεται μία συνολική εικόνα των κύριων ερευνητικών προσπαθειών που αναπτύσσονται στον τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο Σύγκριση και Αποτελέσματα

3.1 Εισαγωγή

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας εστιάζει στην σύγκριση και την ανάλυση διαφορετικών ερευνών και προσεγγίσεων που αναλύονται στις βιβλιογραφικές αναφορές που σχετίζονται με το cloud computing. Στοχεύει, δηλαδή, στην κατανόηση της τεχνολογίας του cloud computing μέσω της προσέγγισης από διαφορετικές έρευνες. Μέσω αυτής της σύγκρισης αποκτούμε γνώση των πλεονεκτημάτων και των προκλήσεων που προσφέρει το cloud computing στις μέρες μας. Η ανάλυση των βιβλιογραφικών αναφορών μας παρέχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για θέματα όπως η ασφάλεια, η επεκτασιμότητα, η απόδοση, η εξοικονόμηση πόρων και το κόστος.

Επιπλέον, γίνεται η παρουσίαση μειονεκτημάτων και πλεονεκτημάτων της κάθε υλοποίησης και εξετάζονται πιθανές επεκτάσεις για μελλοντική έρευνα στον συγκεκριμένο τομέα καθώς εντοπίζονται πεδία που χρήζουν επιπλέον έρευνας. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των νέων τεχνολογιών και των προσεγγίσεων στον τομέα του cloud computing.

3.2 Διαδικασία Σύγκρισης και Ανάλυσης

Η διαδικασία σύγκρισης βιβλιογραφικών αποτελεί ένα σημαντικό πεδίο στην έρευνα και την υλοποίηση επιστημονικών μελετών καθώς οι ερευνητές έχουν πρόσβαση σε μελέτες του αντικειμένου που τους απασχολεί αλλά και σε νέες έρευνες και αποτελέσματα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την σύγκριση των βιβλιογραφικών αναφορών.

1. Συγκέντρωση και Οργάνωση Βιβλιογραφίας: Αρχικά, μέσω αναζήτησης των κατάλληλων επιστημονικών άρθρων και πηγών βάσει λέξεων κλειδιών, έγινε η συλλογή των πιο κατάλληλων για την μελέτη και την ανάλυσή τους. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στην συγκεκριμένη εργασία είναι cloud computing, cloud ecosystem, database, DBMS, blockchain, artificial intelligent, cloud services, data security, cloud storage.
2. Μελέτη Βιβλιογραφίας: Αφού έγινε η ανάγνωση των άρθρων και των πηγών, επισημάνθηκαν τα κύρια σημεία, τα συμπεράσματα και τα αποτελέσματα της καθεμιά από αυτές.
3. Σύγκριση Βιβλιογραφίας: Έγινε η σύγκριση των βιβλιογραφικών πηγών μεταξύ τους αφού έγινε ανάλυση των πληροφοριών που συλλέχθηκαν.

4. Σύνταξη Βιβλιογραφικών Αναφορών: Τα πιο σημαντικά στοιχεία των ερευνών συγκεντρώθηκαν και παρουσιάστηκαν ως βιβλιογραφικές αναφορές της κάθε πηγής.

3.3 Προστασία Δεδομένων και Ασφάλεια

Ο τομέας της προστασίας των δεδομένων και της ασφάλειας είναι πολύ σημαντικός για το cloud computing και αξίζει ιδιαίτερης προσοχής. Η πρώτη έρευνα τίτλο “An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment” αναφέρεται στην ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου για τον έλεγχο της ακεραιότητας σε ένα multi-cloud περιβάλλον. Το προτεινόμενο πρωτόκολλο εξασφαλίζει ότι ο διακομιστής περιέχει τα πρωτότυπα δεδομένα, χωρίς να έχουν υποστεί αλλαγές. Κατά την αξιολόγηση το πρωτόκολλο παρέχει ακρίβεια 96,78% παρέχοντας μια αποδοτική λύση για την ασφάλεια των δεδομένων. Δίνεται, επιπλέον, έμφαση στις τεχνικές κρυπτογράφησης και ασφάλειας παρέχοντας παράλληλα λύσεις για την ασφαλή αποθήκευση και ασφάλεια των δεδομένων.

Στην δεύτερη έρευνα με τίτλο “Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service” παρέχονται αξιόπιστες και ασφαλείς υπηρεσίες πρόσβασης στα ευαίσθητα δεδομένα που αφορούν την υγεία των ασθενών. Γίνεται έλεγχος των απαιτήσεων ασφαλείας και αντιμετωπίζονται απειλές ασφάλειας στο cloud computing όπως η πρόσβαση των χρηστών, η αποθήκευση των ευαίσθητων δεδομένων και η κοινή τους χρήση.

Η τρίτη έρευνα με τίτλο “Blockchain–Cloud Integration: A Survey” αναλύει τον συνδυασμό του Cloud Computing με την τεχνολογία Blockchain. Η ασφάλεια παρέχεται μέσω της αποκεντροποίησης των δεδομένων καθώς πολλά αντίγραφα αποθηκεύονται σε διαφορετικούς κόμβους και συνεπώς οι χρήστες δεν μπορούν να χάσουν τα δεδομένα του. Επιπλέον, είναι δύσκολο κάποιος τρίτος να έχει πρόσβαση στα δεδομένα καθώς αυτά βρίσκονται σε διάφορους κόμβους. Τέλος, εξασφαλίζεται ένα ασφαλές σύστημα ελέγχου ταυτότητας υποστηρίζοντας την ιδιωτικότητα.

Στην τέταρτη έρευνα με τίτλο “The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR)” γίνεται μία συνολική ανασκόπηση σχετικά με την προστασία δεδομένων και την ιδιωτικότητα στο cloud computing. Εξετάζονται διάφορες τεχνικές προστασίας δεδομένων όπως είναι η κρυπτογράφηση. Επιπλέον, γίνεται σύγκριση όλων των τεχνικών ως προς την ακρίβεια της προστασίας των δεδομένων και των λειτουργιών.

Η πέμπτη έρευνα με τίτλο “Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing” δεν

εστιάζει στην ασφάλεια των δεδομένων στο cloud computing. Αυτό που αναφέρεται είναι η άρνηση πολλών χρηστών να χρησιμοποιήσουν της υπηρεσίες του cloud λόγω της ανησυχίας σχετικά με την διασφάλιση των δεδομένων τους.

Συνοψίζοντας, και οι πέντε παραπάνω έρευνες αναδεικνύουν την σημασία της προστασίας των δεδομένων. Κάθε μία από αυτές προτείνει προσεγγίσεις για την αντιμετώπιση προκλήσεων σε θέματα ασφάλειας στον χώρο του Cloud Computing. Η πρώτη, τρίτη και τέταρτη έρευνα επικεντρώνονται στην υλοποίηση μηχανισμών προστασίας δεδομένων με την πρώτη να εστιάζει στον έλεγχο ακεραιότητας δεδομένων σε ένα multi cloud περιβάλλον. Η δεύτερη έρευνα εστιάζει στην ασφάλεια των ευαίσθητων δεδομένων των ασθενών. Ακόμα, η τέταρτη έρευνα παρέχει σύγκριση διαφόρων μεόδων προστασίας. Τέλος, η πέμπτη έρευνα δεν αναφέρει πολλές πληροφορίες σχετικά με τα συστήματα ασφάλειας αλλά επικεντρώνεται περισσότερο στην ανασφάλεια των χρηστών να παρέχουν προσωπικά δεδομένα σε υπηρεσίες cloud.

3.4 Πεδία Εφαρμογής

Κάθε έρευνα η οποία μελετήθηκε και παρουσιάστηκε έχει διαφορετικό πεδίο εφαρμογής ανάλογα με τις αντίστοιχες ανάγκες. Η πρώτη έρευνα με τίτλο “An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment” μπορεί να έχει ως πεδίο εφαρμογής την ασφαλή διαχείριση και αποθήκευση δεδομένων σε επιχειρήσεις, κυβερνητικούς φορείς και σε τομείς που διαχειρίζονται μεγάλο όγκο ευαίσθητων δεδομένων.

Στην δεύτερη έρευνα με τίτλο “Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service” αναφέρονται ως πεδία εφαρμογής κλινικές και νοσοκομειακές μονάδες. Αναπτύσσονται υπηρεσίες κλινικών αποφάσεων, διαχείρισης ραντεβού και ασθενών αλλά και κινητές υπηρεσίες υγείας μέσω έξυπνων συσκευών.

Στην τρίτη έρευνα με τίτλο “Blockchain–Cloud Integration: A Survey” όπου γίνεται μελέτη της τεχνολογίας Blockchain αναφέρονται πολλοί τομείς εφαρμογής όπως είναι η Οικονομία, οι Έξυπνες Πόλεις, η Γεωργία, η Υγεία και οι Αλυσίδες Διανομής. Στην έρευνα αναλύεται ο καθένας από τους παραπάνω τομείς δίνοντας παραδείγματα εφαρμογής.

Η τέταρτη έρευνα με τίτλο “The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR)” δεν εστιάζει σε κάποιο συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής αλλά αναφέρεται ότι οι τεχνικές προστασίας των δεδομένων που αναλύονται μπορούν να εφαρμοστούν σε τομείς όπως η τράπεζες, οι βιομηχανίες, κυβερνήσεις αλλά και σε νοσοκομειακές μονάδες.

Η πέμπτη έρευνα με τίτλο “Informatization of Accounting Systems in Small- and

Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing” αναφέρεται η εφαρμογή του cloud computing στα λογιστικά συστήματα των μικρομεσαίων επιχειρήσεων.

Κλείνοντας, οι παραπάνω έρευνες που εξετάστηκαν παρουσιάζουν ένα μεγάλο πεδίο εφαρμογών που προσφέρει το Cloud Computing. Κάθε μία από αυτές τις προσεγγίσεις αναδεικνύει την ευελιξία και προσφέρει η cloud computing στην αντιμετώπιση προκλήσεων σε πληθώρα τομέων.

3.5 Μορφή Έρευνας

Η πρώτη έρευνα με τίτλο “An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment” έχει αρκετές μαθηματικές έννοιες οι οποίες σχετίζονται με την κρυπτογραφία και τον έλεγχο ακεραιότητας δεδομένων. Επιπλέον περιλαμβάνονται διαγράμματα για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Η δεύτερη έρευνα με τίτλο “Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service” αποτελεί ένα επιστημονικό άρθρο το οποίο περιέχει την σχεδίαση μια πλατφόρμας λογισμικού υγείας.

Η τρίτη έρευνα με τίτλο “Blockchain-Cloud Integration: A Survey” αποτελεί μία βιβλιογραφική ανασκόπηση από βιβλιογραφία της βάσης δεδομένων Scope. Κάποια από αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται με μορφή γραφημάτων.

Η τέταρτη έρευνα με τίτλο “The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR)” αποτελεί μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση. Καταγράφονται ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και τα αποτελέσματα της έρευνας.

Τέλος, η πέμπτη έρευνα με τίτλο “Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing” περιλαμβάνει τη χρήση μαθηματικών τύπων και αλγορίθμων όπου υπολογίζουν το επίδραση και το ρίσκο του cloud computing.

3.6 Cloud Computing και Artificial Intelligent, AI

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) εντάσσεται σε όλο και περισσότερους τομείς στις μέρες μας και δεν θα μπορούσε να μείνει το Cloud Computing χωρίς την χρήση του AI. Σε δύο έρευνες από αυτές που μελετήθηκαν για την διεκπεραίωση της πτυχιακής εργασίας υπάρχει αναφορά των τεχνολογιών του AI.

Στην έρευνα με τίτλο “Blockchain – Cloud Integration: A Survey” αναφέρεται η εφαρμογή του Blockchain σε συνδυασμό με τεχνητή νοημοσύνη όπου μπορεί να

εξασφαλιστεί η αποκεντρωμένη μάθηση και να διασφαλιστεί η διανομή των αποφάσεων. Επίσης, με την χρήση των smart contracts δημιουργούνται αυτόνομα συστήματα των οποίων οι αποφάσεις μπορούν να επαληθευτούν μέσω των κόμβων του Blockchain.

Η έρευνα με τίτλο “Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled Cloud Computing” αναφέρει ότι η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) μπορεί να βελτιώσει την διαχείριση των λογαριασμών μικρομεσαίων επιχειρήσεων. Επιπλέον, αναπτύσσεται ένας αλγόριθμος μηχανικής εκμάθησης με σκοπό την ανίχνευση κακόβουλων ενεργειών στα λογιστικά συστήματα της κάθε επιχείρησης.

Συγκρίνοντας τις δύο έρευνες αναδεικνύονται τα οφέλη του συνδυασμού του cloud computing με το AI σε διάφορους τομείς. Οι συγκεκριμένες υπηρεσίες προσφέρουν λύσεις και προοπτικές για την εξέλιξη της τεχνολογίας.

3.7 Σύνοψη Κεφαλαίου 3^{ου}

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάσαμε και συγκρίναμε τις έρευνες και προσεγγίσεις που αναφέρονται στο cloud computing. Μέσω της ανάλυσης, έγινε κατανοητή η πολυπλοκότητα και οι δυνατότητες των τεχνολογιών καθώς επίσης και οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Μέσω της ανάλυσης και στην σύγκρισης των βιβλιογραφικών αναφορών, εξετάστηκαν οι διαφορετικές προσεγγίσεις που αφορούν θέματα ασφάλειας, απόδοσης, εξοικονόμησης πόρων και επεκτασιμότητας στον τομέα. Η συγκεκριμένη αναφορά μπορεί να βοηθήσει στην κατανόηση του τομέα του cloud computing και τις προοπτικές για το μέλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

4.1 Εισαγωγή

Ο χώρος του cloud computing συνεχώς εξελίσσεται και συνεπώς αναμένονται μελλοντικές επεκτάσεις και τάσεις που θα αναπτύξουν ακόμα περισσότερο αυτόν τον τομέα. Ωστόσο, το cloud computing αναμένεται να αυξηθεί περαιτέρω καθώς οι επιχειρήσεις εξελίσσονται και αντιλαμβάνονται τα πλεονεκτήματα των νέων τεχνολογιών. Το τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας επικεντρώνεται στις μελλοντικές επεκτάσεις στο χώρο cloud computing και των Βάσεων Δεδομένων σε τομείς όπως η υγεία, η επιχειρηματικότητα και η εκπαίδευση.

Στον τομέα της υγείας, η εφαρμογή του cloud computing αναμένεται να αναπτύσσεται συνεχώς καθώς η ανάλυση και η αποθήκευση μεγάλου όγκου ιατρικών δεδομένων απαιτεί αποτελεσματικές υποδομές cloud. Στον τομέα της επιχειρηματικότητας, μπορεί να προσφέρει επιπλέον ευελιξία αλλά και αποθηκευτικό χώρο. Τέλος, στον τομέα της εκπαίδευσης, το cloud computing προσφέρει νέα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα τα οποία μπορούν να είναι προσβάσιμα από όλον τον κόσμο. Συνοψίζοντας, η εξέλιξη και η επέκταση του cloud computing μπορεί να επιφέρει αλλαγές σε πολλούς τομείς της κοινωνία οι οποίες αναμένεται να βελτιώσουν την προσβασιμότητα, την αποτελεσματικότητα προσφέροντας καινοτομία.

Αρχικά εστιάζουμε στους περιορισμούς που προκύπτουν με την εξέλιξη του cloud computing. Στην συνέχεια, εξετάζονται οι εξελίξεις και οι τάσεις των συγκεκριμένων τεχνολογιών, δίνοντας λύσεις και προσφέροντας νέες προοπτικές και τέλος, γίνεται αναφορά στο μέλλον του cloud computing και στο πώς αυτό μπορεί να εξελιχθεί ακόμα.

4.2 Περιορισμοί

Σύμφωνα με την έρευνα του Ahmad AlTwaijiry με τίτλο “Cloud Computing Present Limitations and Future Trends”, η οποία δημοσιεύτηκε το 2021, το cloud computing βρίσκεται ακόμα σε αρχικό στάδιο. Συνεπώς, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί όπως είναι ο περιορισμένος έλεγχος, περιπτώσεις διακοπών κατά την λειτουργία και η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Στην συνέχεια δίνονται πιο αναλυτικά περιορισμοί του cloud computing.

- **Περιορισμένος Έλεγχος:** Η ασφάλεια και ο έλεγχος των δεδομένων των χρηστών παραμένει μία κύρια ανησυχία καθώς η χρήση του cloud computing μπορεί να εκθέσει ευαίσθητα δεδομένα σε κίνδυνο. Ο περιορισμός είναι ότι ευθύνη της ασφάλειας κατανέμεται μεταξύ των διαφόρων παρόχων και δεν είναι ξεκάθαρο

ποιος έχει τον έλεγχο.

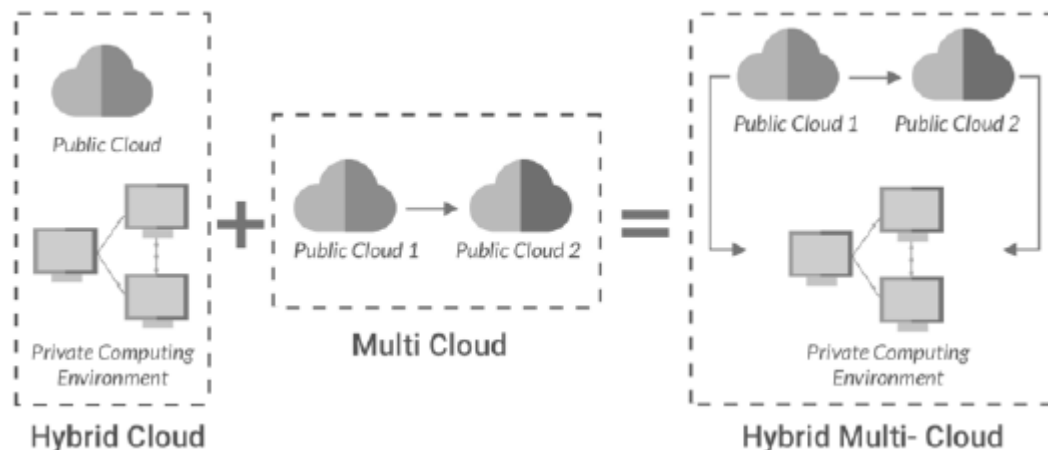
- **Διακοπή στο Cloud:** Κατά την διακοπή των παρεχόμενων υπηρεσιών τα δεδομένων δεν είναι διαθέσιμα στους χρήστες. Μια διακοπή στο cloud μπορεί να προκληθεί από πλήθος παραγόντων όπως είναι μία διακοπή ρεύματος, μία κυβερνοεπίθεση, προβλήματα στις υποδομές ή στο internet ακόμα και ένα ανθρώπινο λάθος.
- **Ασφάλεια cloud:** Κάποια από τα εργαλεία των παρόχων του cloud δεν παρέχουν επαρκή ασφάλεια και παρατηρούνται κενά στην κυβερνοασφάλεια.
- **Κατανάλωση ενέργειας:** Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του cloud computing καταναλώνει όλο και περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια. Επιπλέον, τα κέντρα αποθήκευση καταναλώνουν τεράστια ενέργεια για την ψύξη των servers με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους λειτουργίας αλλά και την σημαντική αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Με την καταγραφή των παραπάνω περιορισμών μπορεί να καταστεί σαφές, ότι παρά την πληθώρα των πλεονεκτημάτων του cloud computing, έχουν παρουσιαστεί πολλές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα με σκοπό την βελτίωση της ασφάλειας, της βιωσιμότητας και της αποτελεσματικότητας σε όλους τους τομείς. Οι μελλοντικές επεκτάσεις αναμένεται να προσφέρουν λύσεις και βελτιώσεις στον χώρο του cloud computing.

4.3 Εξελίξεις και Τάσεις

Έχοντας ως σκοπό να αντιμετωπιστούν οι περιορισμοί που έχουν προκύψει κατά την ανάπτυξη και την χρήση του cloud computing και να βελτιωθεί η απόδοση, έχουν αναπτυχθεί κάποιες τεχνολογίες. Στην συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται κάθε μία από αυτές.

- **Λύσεις Hybrid και Multi-Cloud:** Ο συνδυασμός των τεχνολογιών Hybrid και Multi-Cloud. Η συγκεκριμένη προσέγγιση παρέχει την δυνατότητα στις εταιρείες και στους οργανισμούς να εγκαθιστούν και να διαχειρίζονται με ασφάλεια τα δεδομένα και τις εφαρμογές στο cloud καθώς αποφεύγεται ο περιορισμός που μπορεί να προκύψει από το “κλείδωμα” ενός προμηθευτή και ενισχύεται η ανθεκτικότητα. Προσφέρει υψηλή διαθεσιμότητα, βελτιωμένη απόδοση και μειωμένο κόστος και ασφάλεια.



Εικόνα 4.1: Αρχιτεκτονική Hybrid Multi-Cloud

- **Edge Computing:** Με την συγκεκριμένη τεχνολογία η επεξεργασία των δεδομένων δεν γίνεται σε απομακρυσμένα κέντρα αλλά κοντά στην πηγή των δεδομένων, σε πραγματικό χρόνο, χωρίς τις αναμενόμενες καθυστερήσεις. Αποτελεί μία αποτελεσματική και αξιόπιστη τεχνολογία.
- **Πράσινο Cloud Computing:** Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα κέντρα αποθήκευσης των δεδομένων έχουν ακριβό κόστος λειτουργίας και αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι περισσότεροι πάροχοι cloud έχουν λάβει μέτρα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας όπως η χρήση ρεύματος από υδροηλεκτρικές πηγές.
- **Serverless Computing:** Η υπηρεσία του cloud computing χωρίς servers αποτελεί μια προσέγγιση όπου η επεξεργασία των δεδομένων υλοποιείται πλήρως από τους παρόχους του cloud. Συνεπώς, δεν χρειάζεται πλέον η προμήθεια, η διαχείριση και η συντήρηση των servers. Επιπλέον, αποτελεί μία πιο οικονομική λύση καθώς οι χρήστες μπορούν να χρεώνονται με βάση την χρήση. Τέλος, απλοποιείται η κλιμακωσιμότητα και οι λειτουργίες είναι πιο απλές από την μεριά του χρήστη.
- **Quantum Computing:** Η ενσωμάτωση των κβαντικών υπολογιστών στον τομέα του cloud computing προσφέρει νέες δυνατότητες στην ανάπτυξη των υπηρεσιών και την επίλυση προβλημάτων μέσω της τεράστιας υπολογιστικής ισχύς, της δυνατότητας επίλυσης προβλημάτων ασφάλειας και της μεγάλης ταχύτητας επεξεργασίας δεδομένων.

4.4 Το Μέλλον του Cloud Computing

Στην έρευνα των Rafia Islam, Vishnu Vardhan Patamsetti, Aparna Gadhi, Ragha Madhavi Gondu, Chinna Manikanta Bandaru, Sai Chaitanya Kesani και Olatunde Abiona με τίτλο “The Future of Cloud Computing: Benefits and Challenges” παρουσιάζονται

προβλέψεις σχετικά με το πως το computing θα επηρεάσει το μέλλον. Το cloud computing έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια και έχει ενσωματωθεί στην καθημερινότητα του ανθρώπου επηρεάζοντας τον τρόπο που επικοινωνεί, εργάζεται και αποθηκεύει τα δεδομένα του. [20]

Με την εξέλιξη των τεχνολογιών της πληροφορικής το μέλλον του cloud computing προβλέπεται λαμπρό, καθώς όλο και πιο πολλές επιχειρήσεις εφαρμόζουν λύσεις βασισμένες στο cloud με σκοπό να καλύψουν τις ανάγκες τους. Κάποιες από τις μελλοντικές εφαρμογές είναι η υιοθέτηση πολλαπλών cloud με σκοπό να αξιοποιηθούν τα πλεονεκτήματα των διαφόρων παρόχων cloud. Επιπλέον, οι πάροχοι του cloud computing επενδύουν στην τεχνητή νοημοσύνη (AI) και την μηχανική εκμάθηση (ML) για να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις αυτοματοποιώντας τις διαδικασίες και λαμβάνοντας καλύτερες αποφάσεις. Η πρόσβαση στις προηγμένες τεχνολογίες αναμένεται να είναι ευκολότερη και πιο οικονομική σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις χωρίς να επενδύσουν σημαντικά ποσά σε εξοπλισμό και λογισμικό. Το cloud computing στο μέλλον μπορεί να παρέχει πιο εύκολη πρόσβαση σε εργαλεία διαχείρισης και ανάπτυξης εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης, όπως είναι τα εργαλεία αυτόματης παρακολούθησης, ανάλυσης αποτελεσμάτων και περιβάλλοντα ανάπτυξης.

Μία ακόμα υπηρεσία που αναμένεται να προσφέρει νέες δυνατότητες στο cloud computing είναι η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (NLP). Το NLP αναμένεται να παρέχει βελτιστοποίηση διαδικασιών, όπως αυτόματες ανταποκρίσεις σε ερωτήσεις πελατών, βελτιωμένη αναζήτηση και ταξινόμηση καθώς και βελτιωμένη επικοινωνία με τον πελάτη. Συνεπώς, το NLP στο cloud computing επιτρέπει την εκμετάλλευση των πληροφοριών βοηθώντας τις επιχειρήσεις να λαμβάνουν αποφάσεις βελτιώνοντας τις αποδόσεις τους.

Ένας άλλος τομέας που θα μας απασχολήσει πολύ στο μέλλον είναι και η ανάπτυξη του Διαδικτύου των Πράγματος (IoT). Το IoT αποτελεί ένα δίκτυο συνδεδεμένων αισθητήρων και συσκευών οι οποίες μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους και να συλλέγουν δεδομένα από το περιβάλλον. Ο όγκος των δεδομένων που συλλέγεται είναι τεράστιος και αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο στο άμεσο μέλλον συνεπώς το cloud computing έρχεται να καλύψει τις ανάγκες που προκύπτουν. Συνεπώς, ο ρόλος του cloud computing στο IoT είναι η συλλογή, η αποθήκευση, η ανάλυση και η ανταλλαγή των δεδομένων αλλά και η παροχή εφαρμογών IoT, καθώς παρέχονται πλατφόρμες και υπηρεσίες για την ανάπτυξη και την διαχείριση τους. [21]

Συνοψίζοντας, το μέλλον του cloud computing μπορεί να χαρακτηριστεί από αυξημένη ευελιξία. Οι πάροχοι των cloud υπηρεσιών αντιλαμβάνονται τις αυξανόμενες ανάγκες των επιχειρήσεων με σκοπό την προσαρμογή στις συνεχείς αλλαγές των τεχνολογιών και προσφέρουν μία μεγάλη γκάμα υπηρεσιών και εφαρμογών. Επίσης, οι επιχειρήσεις αναζητούν λύσεις ώστε να είναι ανταγωνιστικές σε ένα ολοένα και

περισσότερο ψηφιακά εξελισσόμενο κόσμο. Τέλος, το μέλλον του cloud computing ανοίγει νέες προοπτικές για τους παρόχους και τις επιχειρήσεις και αναμένεται να είναι ο πυρήνας της ψηφιακής μετάβασης και της τεχνολογικής καινοτομίας σε πλήθος πεδίων.

4.5 Σύνοψη 4^{ου} Κεφαλαίου

Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, εξετάστηκαν οι μελλοντικές επεκτάσεις στον χώρο του cloud computing και των βάσεων δεδομένων, εστιάζοντας σε τομείς όπως η υγεία, η επιχειρηματικότητα και η εκπαίδευση. Επιπλέον, καταγράφηκαν οι περιορισμοί που έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια και το πως αυτοί μπορούν να αντιμετωπιστούν με την εισαγωγή νέων τεχνολογιών.

Τέλος, αναφέρθηκαν οι εξελίξεις και οι τάσεις στον συγκεκριμένο χώρο και παρουσιάστηκε μία εικόνα για το μέλλον του cloud computing και ο τρόπος που αναμένεται να επηρεάσει θετικά πολλούς τομείς της κοινωνίας μέσω καινοτομιών σε τεχνολογία και υπηρεσίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Elmasri, R., & Navathe, S.B. (2001). Θεμελιώδεις Αρχές Συστημάτων Βάσεων Δεδομένων. Τόμος Α'. 3η Έκδοση Αναθεωρημένη. Δίαυλος.
- [2] Robie, J. (2001). A Comparison Between Relational and Object Oriented Databases. San Diego: Database Lab.
- [3] Garcia-Molina, H., Ullman, J. D., & Widom, J. (2008). Database Systems: The Complete Book. Pearson.
- [4] Robinson, I., Webber, J., & Eifrem, E. (2015). Graph Databases.
- [5] Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). Database Systems Concepts. McGraw-Hill Education.
- [6] Ullman, J. D., & Widom, J. (2007). A First Course in Database Systems. Prentice Hall.
- [7] Ταμπακάς, Β. (2012). Εισαγωγή στις βάσεις δεδομένων. Πάτρα
- [8] Buyya, R., Vecchiola, C., & Selvi, S. T. (2013). Mastering cloud computing: foundations and applications programming. Newnes.
- [9] Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. Journal of Internet Services and Applications
- [10] Sosinsky, B. (2011). Cloud Computing Bible. Wiley Publishing.
- [11] Apostu, A., Puican, F., Ularu, G., & Todoran, G. (2013). Study on advantages and disadvantages of Cloud Computing – the advantages of Telemetry Applications in the Cloud.
- [12] Chandrasekaran, K. (2015). Essentials of Cloud Computing. CRC Press.
- [13] Marinescu, D. C. (2017). Cloud computing: theory and practice. Morgan Kaufmann.
- [14] Anwarbasha H, Sasi Kumar S and Dhanasekaran D (2021). An efficient and secure protocol for checking remote data integrity in multi-cloud environment. Scientific Reports.
- [15] Oh S, Cha J, Ji M, Kang H, Kim S, Heo E, Han JS, Kang H, Chae H, Hwang H and Yoo S (2015). Architecture Design of Healthcare Software-as-a-Service Platform for Cloud-Based Clinical Decision Support Service. Healthcare Informatics Research.
- [16] Abhirup Khanna, Anushree Sah, Vadim Bolshev, Alessandro Burgio, Vladimir Panchenko and Marek Jasinski (2022). Blockchain-Cloud Integration: A Survey. National Library of Medicine
- [17] Junaid Hassan, Danish Shehzad, Usman Habib, Muhammad Umar Aftab, Muhammad Ahmad, Ramil Kuleev and Manuel Mazzara (2022). The Rise of Cloud Computing: Data Protection, Privacy, and Open Research Challenges - A Systematic Literature Review (SLR). Hindawi.
- [18] Jingjie Zhao, Liming Zhang και Yue Zhao (2022). Informatization of Accounting Systems in Small- and Medium-Sized Enterprises Based on Artificial Intelligence-Enabled

Cloud Computing. Hindawi.

[19] Ahmad AlTwaijiry (2021). Cloud Computing Present Limitations and Future Trends

[20] Gokul Subramanian Ravi, Kaitlin N. Smit, Pranav Gokhale, Frederic T. Chong (2021). Quantum Computing in the Cloud: Analyzing job and machine characteristics. University of Chicago

[21] Rafia Islam, Vishnu Vardhan Patamsetti, Aparna Gadhi, Ragha Madhavi Gondu, Chinna Manikanta Bandaru, Sai Chaitanya Kesani, Olatunde Abiona (2023). The Future of Cloud Computing: Benefits and Challenges. Scientific Research Publishing.

[22] CharushilaPatil, Dr. Anita Chaware (2020). Integration of Internet of Things, Cloud Computing: Review