



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Διαδικτυωμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα

Master of Science in
Internetworked Electronic Systems

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αποδοτική διαχείριση και αναβάθμιση εφαρμογών, βασισμένη σε τεχνολογίες
υπολογιστικού νέφους



Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια: Ευαγγελία Γούσιου, Α.Μ. 0003

Επιβλέπων: Πατρικάκης Χαράλαμπος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2018



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Διαδικτυωμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα

Master of Science in
Internetworked Electronic Systems

MSc Thesis

Efficient application management and update through the use of cloud technologies



Student: Gousiou Evangelia, Reg. Nr. 0003

MSc Thesis Supervisor: Dr. Charalampos Patrikakis, Associate Professor

EGALEO, FEBRUARY 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Όσο η δημοτικότητα των εφαρμογών κινητού υπολογισμού μεγαλώνει, η ανάγκη για μεγαλύτερη αμεσότητα και αποδοτικότητα στη διαχείριση και ενημέρωσή τους αυξάνεται συνεχώς. Το υπολογιστικό νέφος έρχεται να καλύψει σε μεγάλο βαθμό αυτή την ανάγκη. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η χρήση του διαδικτύου και πιο συγκεκριμένα τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους με στόχο την αποδοτική διαχείριση και αναβάθμιση εφαρμογών.

Τεχνολογία υπολογιστικού νέφους γενικευμένα μπορούμε να πούμε πως αποτελεί οποιοδήποτε λογισμικό χρησιμοποιείται χωρίς να τρέχει τοπικά στον υπολογιστή του χρήστη αλλά στο διαδίκτυο. Η χρήση των τεχνολογιών αυτών χαρακτηρίζεται από σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως εξοικονόμηση χρημάτων αφού δεν είναι απαραίτητη η αγορά λογισμικών ή ακόμα και η αγορά και συντήρηση ακριβών εξυπηρετητών και εγκαταστάσεων αποθήκευσης δεδομένων. Επίσης, χαρακτηρίζεται από μεγάλη αξιοπιστία σχετικά με την απώλεια δεδομένων, τα οποία είναι αποθηκευμένα σε διακομιστές σε διάφορα κέντρα δεδομένων σε όλο τον πλανήτη, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα να χαθούν. Δεδομένου ότι όλα τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στο σύννεφο η δημιουργία αντιγράφων και η ανάκτησή τους είναι σχετικά πολύ πιο εύκολη από ότι σε μια φυσική συσκευή.

Το υπολογιστικό νέφος κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον τύπο της υπηρεσίας που προσφέρει σε μοντέλα παροχής υπηρεσιών. Το πρώτο και πιο συχνό μοντέλο ονομάζεται Λογισμικό ως Υπηρεσία και είναι ένα μοντέλο παροχής λογισμικού κατά το οποίο το λογισμικό και τα σχετικά δεδομένα φιλοξενούνται στο νέφος, με το χρήστη να μισθώνει τις υπηρεσίες και όχι το λογισμικό. Τα μοντέλα Πλατφόρμα ως Υπηρεσία και Σύστημα Υποστήριξης ως Υπηρεσία μας παρέχουν ένα περιβάλλον εργασίας για ανάπτυξη εφαρμογών. Τέλος, οι Υποδομές ως Υπηρεσία μας παρέχουν τους πόρους που χρειαζόμαστε μέσω του ίντερνετ, προκειμένου να στήσουμε ένα δικό μας εικονικό διακομιστή, μια ιστοσελίδα, ή μια πλήρη υπηρεσία σε απευθείας σύνδεση.

Το πλήθος των λόγων για τους οποίους μία εφαρμογή χρήζει αναβάθμισης είναι ευρύ και δύο από τους κυριότερους είναι η αποκατάσταση σφαλμάτων και η βελτίωση της λειτουργικότητας βάσει ποιοτικών σχολίων των χρηστών ή και στατιστικών δεδομένων. Ωστόσο, η διαδικασία της ενημέρωσης εφαρμογών χαρακτηρίζεται ως πολύπλοκη και χρονοβόρα, με τις τεχνολογίες νέφους να καταφθάνουν και να συμβάλλουν στην απλοποίησή της. Το νέφος αποτελεί κύριο συστατικό της δομής των ηλεκτρονικών καταστημάτων εφαρμογών κάθε πλατφόρμας, τα οποία φιλοξενούν τις εφαρμογές με όλες τις ενημερωμένες εκδόσεις τους. Πλέον η αναβάθμιση εφαρμογών δεν απαιτεί χρόνο ούτε κάποια τεχνική γνώση, παρά μόνο τη δημοσίευση της νέας έκδοσης στο κατάστημα και την αποδοχή του χρήστη. Η διαδικασία αυτή μπορεί, επίσης, να

ρυθμιστεί ώστε να πραγματοποιείται αυτόματα η αποδοχή και η εκτέλεση της ενημέρωσης.

Στην εργασία αυτή ερευνάται η προσπάθεια κάποιων πλατφορμών να καταστήσουν ακόμα απλούστερη τη διαδικασία διαχείρισης και αναβάθμισης εφαρμογών κινητού υπολογισμού, προωθώντας άμεσα τις αλλαγές στην ίδια την εφαρμογή. Παρουσιάζονται λύσεις και εναλλακτικές κατά τις οποίες πραγματοποιούν την προώθηση των ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο, με χρήση τεχνολογιών νέφους και χωρίς τη μεσολάβηση των εκάστοτε καταστημάτων.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: αναβάθμιση εφαρμογών, διαδίκτυο, ενημέρωση εφαρμογών, εξυπηρετητής, εφαρμογές κινητού υπολογισμού, καταστήματα εφαρμογών, κινητός υπολογισμός, λογισμικό, μοντέλα παροχής υπηρεσιών, νέφος, υπολογιστικό νέφος, υπηρεσίες νέφους.

ABSTRACT

As the popularity of mobile computing applications grows, the need for greater directness and efficiency in managing and updating them is constantly increasing. This paper presents the use of the Internet and, more specifically, cloud computing technologies for efficient application management and update.

Cloud computing is generally any software used without running locally on the user's computer but on the Internet. The use of these technologies is characterized by significant advantages, such as saving money because it is not necessary to purchase software or even purchase and maintain expensive servers and data storage facilities. It is also highly reliable for data loss, because data are stored on servers at data centers across the globe, minimizing the likelihood of being lost. Since all of your data are stored in the cloud, copying and recovering is relatively much easier than on a physical device.

Cloud computing is categorized according to the type of service it offers into business models. The first and most common model is called Software as a Service and is a software provider model in which software and related data are hosted on the cloud, with the user leased the services and not the software. The models Platform as a Service and Backend as a Service provide an application development interface. Finally, Infrastructure as a Service provides the resources we need over the Internet to set up our own virtual server, a website or a complete online service.

The number of reasons why an application needs update is wide and two of the most important are debugging and functionality improvement based on users' quality feedback or even statistical data. However, the application process was characterized as complicated and time-consuming and cloud technologies had come to help to simplify it. Cloud is a major component of the application store of each platform that hosts applications with all their updated versions. Nowadays, updating an application does not require time or technical knowledge. It just requires the publication of the new version in the store and the acceptance of the user. This process can also be configured to automatically accept and update the new version.

This thesis explores the attempts of some platforms to make the process of updating mobile applications even simpler by directly promoting changes direct in the application. Solutions and alternatives are presented in which they deliver real-time updates using cloud technologies and without the intermediation of application stores.

KEYWORDS: application store, cloud, cloud computing, cloud service, cloud service model, internet, mobile application, mobile computing, software, update mobile application

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί διπλωματική εργασία στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Διαδικτυωμένων Ηλεκτρονικών Συστημάτων» του τμήματος Ηλεκτρονικών Μηχανικών ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.

Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμη η απονομή ευχαριστιών σε όλους όσους συνέβαλαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας μέσω των ιδεών τους.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω προσωπικά τον επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής εργασίας, αναπληρωτή καθηγητή Χαράλαμπο Ζ. Πατρικάκη, για την εμπιστοσύνη που έδειξε στις δυνατότητές μου, τις συμβουλές και την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ'όλη την διάρκεια. Επίσης, είμαι ευγνώμων στα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της μεταπτυχιακής εργασίας μου, Καθηγήτρια Μαρία Ραγκούση και Επίκουρο Καθηγητή Δημήτριο Μετάφα, για την προσεκτική ανάγνωση της εργασίας μου και τις πολύτιμες υποδείξεις τους.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θέλω να απευθύνω στους αξιότιμους συναδέλφους Θοδωρή Μαυροειδάκο και Endri Meto, για την καθοριστική τους συμβολή, και Νικόλαο Σκαρβέλη, ο οποίος στάθηκε σημαντικός αρωγός στην προσπάθειά μου και με υποστήριξε σε κάθε φάση της πορείας μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το εργασιακό μου περιβάλλον για την κατανόηση, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών της προσπάθειάς μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη ηθική συμπαράσταση και στήριξη που μου προσέφεραν σε ολόκληρη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Χωρίς την πολύτιμη συνεισφορά τους, δεν θα είχα φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα της εργασίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Αντικείμενο και διάρθρωση	10
Εφαρμογές κινητού υπολογισμού	10
Λόγοι ανάγκης ενημέρωσης εφαρμογών.....	11
Δομή της Εργασίας	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Μοντέρνα περιβάλλοντα ανάπτυξης και λειτουργίας εφαρμογών κινητού υπολογισμού.....	13
1.1 Εργαλεία ανάπτυξης ανεξάρτητα πλατφόρμας.....	13
Apache Cordova (PhoneGap)	15
Appcelerator Titanium.....	18
Xamarin.....	19
Sencha Ext JS	21
Corona.....	22
Ionic	22
Qt.....	24
1.2 Υποστήριξη εφαρμογών κινητού υπολογισμού από τεχνολογίες νέφους.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ενημέρωση εφαρμογών	30
2.1 Ιστορική αναδρομή στον τρόπο ενημέρωσης εφαρμογών	30
2.2 Χρήση των ηλεκτρονικών καταστημάτων	32
Google Play Store	33
App Store	34
Windows Store	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Παρουσίαση λύσεων και εναλλακτικών για διαχείριση και ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο	38
3.1 Πλατφόρμα διαχείρισης εφαρμογών Ionic Cloud	38
Διαδικασία ταυτοποίησης χρήστη.....	38
Προώθηση ειδοποιήσεων.....	39
Υπηρεσία ανάπτυξης εφαρμογών σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους	40
Ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο.....	41
3.2 Πλατφόρμα διαχείρισης Ionic Pro	47
3.3 Υπηρεσίες ανάπτυξης και διαχείρισης εφαρμογών Firebase	48
Βάσεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	49
Υπηρεσία διάγνωσης σφαλμάτων.....	50
Αποθήκευση και χρήση δεδομένων στο νέφος	50
Φιλοξενία εφαρμογών ιστού	51
Προσομοίωση λειτουργίας.....	51

Υπηρεσία ανάλυσης αποδόσεων και συμπεριφοράς χρηστών	52
Διαφήμιση εφαρμογών	52
Συγχρονισμός δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	53
Χρήση λειτουργιών υπολογιστικού νέφους	53
Διάγνωση σφαλμάτων απόδοσης εφαρμογών	53
Ομαδοποίηση συμπεριφοράς χρηστών	53
Ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο.....	54
3.4 Πλατφόρμα Amazon Web Services (AWS) Mobile Hub	54
Καταγραφή δεδομένων απόδοσης χρήσης	55
Αυθεντικοποίηση χρηστών	55
Προώθηση ειδοποιήσεων	55
Υπηρεσία αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων	56
Ενσωμάτωση διεπαφών υπολογιστικού νέφους	56
Αποστολή ειδοποιήσεων προωθητικών ενεργειών	57
Υπηρεσία κατανόησης φυσικής γλώσσας.....	57
Υπηρεσία εφαρμογής ελέγχων.....	57
3.5 Παροχή υπηρεσιών πλατφόρμας Kumulos	57
Παρουσίαση απόδοσης εφαρμογών.....	58
Διανομή ειδοποιήσεων.....	58
Αναφορά εξαιρέσεων και σφαλμάτων	58
Συγκέντρωση δεδομένων άλλων υπηρεσιών.....	59
Αναφορά χρήσης εφαρμογής.....	59
Διαχείριση περιεχομένου εφαρμογής	59
3.6 Πλατφόρμα ανάπτυξης και υποστήριξης εφαρμογών Kinvey.....	59
Υποστήριξη βάσεων δεδομένων NoSQL/SQL.....	60
Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων	60
Χειρισμός τυπικών ενεργειών χρήστη	61
Ανάπτυξη στοχευμένων μικροϋπηρεσιών	61
Επιχειρησιακή λογική	62
Υπηρεσία ελέγχου ταυτότητας χρήστη	62
Προσωρινή αποθήκευση δεδομένων χρήστη	63
Άμεση διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	63
Προώθηση ειδοποιήσεων	64
3.7 Εργαλείο ανάπτυξης Parse server	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Κριτική, σχολιασμός και συμπεράσματα	65
4.1 Θέματα ασφαλείας.....	66
Διαδικτυακά Νεφούπολογιστικά Εργαλεία	67
Google Play Store	67
iOS App Store	69
4.2 Συμπεράσματα και μελλοντικές εξελίξεις	71
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	76

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1	Λογότυπο πλαισίου ανάπτυξης Apache Cordova[4]	15
Εικόνα 1.2	Παράθεση εισόδων - εξόδων του πλαισίου ανάπτυξης Apache Cordova[5]	16
Εικόνα 1.3	Σχέση παροχών εφαρμογών διαδικτύου και εγγενών εφαρμογών[6]	17
Εικόνα 1.4	Λογότυπο πλαισίου ανάπτυξης Titanium της εταιρείας Appcelerator[8].....	18
Εικόνα 1.5	Διαχωρισμός τεχνολογιών ανά υλοποίηση εφαρμογών Titanium[8].....	19
Εικόνα 1.6	Λογότυπο πλατφόρμας ανάπτυξης πολυεπίπεδου λογισμικού Xamarin[10].....	19
Εικόνα 1.7	Σύγκριση τεχνολογιών εισόδου και αποτελεσμάτων για τις πλατφόρμες PhoneGap, Appcelerator Titanium και Xamarin[12]	20
Εικόνα 1.8	Λογότυπο εταιρείας ανάπτυξης λογισμικού Sencha και προϊόντος EXT JS[13]	21
Εικόνα 1.9	Λογότυπο πλατφόρμας ανάπτυξης Corona SDK της Corona Labs Inc[15]	22
Εικόνα 1.10	Λογότυπο του πλαισίου ανάπτυξης πολυεπίπεδων εφαρμογών Ionic[17]	22
Εικόνα 1.11	Δομή τεχνολογιών ανάπτυξης εφαρμογών με χρήση του πλαισίου Ionic[18] ..	23
Εικόνα 1.12	Λογότυπο συνδρομητικής υπηρεσίας ανάπτυξης εφαρμογών Qt[20].....	24
Εικόνα 1.13	Στάδια υλοποίησης εφαρμογής με χρήση Qt τεχνολογίας [22]	25
Εικόνα 1.14	Διαφορές διαχείρισης υποδομών ανά μοντέλο υπολογιστικού νέφους[34]	29
Εικόνα 2.1	Λογότυπο καταστήματος εφαρμογών Google Play Store[39].....	33
Εικόνα 2.2	Λογότυπο καταστήματος εφαρμογών App Store[41]	34
Εικόνα 2.3	Εξέλιξη λογότυπου καταστήματος εφαρμογών Windows[46].....	36
Εικόνα 3.1	Λογότυπα υπηρεσιών πλατφόρμας Ionic Cloud [50].....	38
Εικόνα 3.2	Χρήση και ρύθμιση παρόχων ελέγχου ταυτότητας[49]	39
Εικόνα 3.3	Στάδια εξέλιξης διαδικασίας αποστολής ειδοποιήσεων[51]	40
Εικόνα 3.4	Εξαγωγή εκτελέσιμων αρχείων μέσω της υπηρεσίας Ionic Package[50].....	41
Εικόνα 3.5	Επικοινωνία API της υπηρεσίας Ionic Package[50]	41
Εικόνα 3.6	Λογότυπο της υπηρεσίας Ionic Deploy[49]	41
Εικόνα 3.7	Αλλαγή σημασιολογικής έκδοσης της εφαρμογής ανά πλατφόρμα [49].....	46

Εφαρμογές κινητού υπολογισμού

Οι εφαρμογές κινητού υπολογισμού, επιτρέπουν την πρόσβαση και χρήση πληροφοριών και υπηρεσιών οπουδήποτε, οποτεδήποτε και με τον καταλληλότερο τρόπο, ενισχύοντας σημαντικά τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τροποποιώντας δραματικά κάθε πτυχή της καθημερινής μας ζωής. Οι υπηρεσίες που παρέχουν τα συστήματα αυτά είναι «εξαφανισμένες» μέσα στο περιβάλλον στο οποίο διεξάγονται οι δραστηριότητες τις οποίες εξυπηρετούν – παρέχονται δε με τρόπο έξυπνο, προσαρμοζόμενο, διαρκή, διακριτικό και ασφαλή.

Μία εφαρμογή κινητού υπολογισμού, ή αλλιώς mobile app, είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή σχεδιασμένο για να τρέχει σε μία κινητή συσκευή, όπως ένα τηλέφωνο, tablet, ή ρολόι. Ο όρος "app" είναι μια συντόμευση του όρου software application (εφαρμογή λογισμικού), ο οποίος το 2010 αναφερόταν ως "λέξη της χρονιάς" από την διάλεκτο της Αμερικανικής κοινωνίας. Το 2009, ο τεχνολογικός αρθρογράφος David Pogue δήλωσε ότι τα νεότερα smartphones θα μπορούσαν να ονομαστούν "app phones" για να τα διακρίνουν από παλαιότερα λιγότερο εξελιγμένα κινητά τηλέφωνα.

Οι περισσότερες συσκευές πωλούνται συνοδευόμενες από προεγκατεστημένο λογισμικό, όπως ένα πρόγραμμα περιήγησης ιστού, πρόγραμμα-πελάτη ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, ημερολόγιο, πρόγραμμα χαρτογράφησης και μια εφαρμογή για αγορά μουσικής ή άλλων μέσων ή περισσότερων εφαρμογών. Οι εφαρμογές που δεν είναι προεγκατεστημένες είναι συνήθως διαθέσιμες μέσω πλατφορμών διανομής που ονομάζονται καταστήματα εφαρμογών. Ξεκίνησαν να εμφανίζονται το 2008 και λειτουργούν συνήθως από τον ιδιοκτήτη του λειτουργικού συστήματος της συσκευής, όπως το Apple App Store, το Google Play, το Windows Phone Store και το BlackBerry App World. Ωστόσο, υπάρχουν ανεξάρτητα καταστήματα εφαρμογών, όπως τα Cydia, GetJar και F-Droid. Ορισμένες εφαρμογές είναι δωρεάν, ενώ άλλες πρέπει να αγοραστούν. Συνήθως, η λήψη πραγματοποιείται από την πλατφόρμα σε μια συσκευή προορισμού, αλλά μερικές φορές μπορούν να εγκατασταθούν σε φορητούς ή επιτραπέζιους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Όσον αφορά τις προς πώληση εφαρμογές, συνήθως ένα ποσοστό 20-30% πηγαίνει στον πάροχο διανομής (όπως το iTunes) και το υπόλοιπο πηγαίνει στον παραγωγό της εφαρμογής. Επομένως, η ίδια εφαρμογή μπορεί να κοστίσει μια διαφορετική τιμή ανάλογα με την πλατφόρμα κινητής τηλεφωνίας[1].

Λόγοι ανάγκης ενημέρωσης εφαρμογών

Οι εφαρμογές κινητού υπολογισμού, διαχωρισμένες σε πολλές διαφορετικές κατηγορίες, εξυπηρετούν μεγάλο μέρος των αναγκών αλλά και της ψυχαγωγίας των χρηστών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι εφαρμογές να αποτελούν μία από τις βασικότερες συνήθειες της ημέρας τους και ανά τακτά χρονικά διαστήματα να τους φέρνουν αντιμέτωπους με τις ειδοποιήσεις μιας νέας έκδοσης. Στην περίπτωση αυτή οι χρήστες οφείλουν να προχωρήσουν στο λεγόμενο update, δηλαδή την ενημέρωση της εφαρμογής στην τελευταία της έκδοση, αν και οι λόγοι δεν τους είναι πάντα κατανοητοί.

Κατά τη χρήση μιας εφαρμογής οι χρήστες μπορούν να αποτυπώνουν τα θετικά αλλά και τα αρνητικά τους σχόλια, με τις δυσκολίες που συναντούν να αποτελούν λόγο βελτίωσής της. Βάσει των ποιοτικών σχολίων των χρηστών, των ποσοτικών δεδομένων και τη σημασία αυτών για το ηλεκτρονικό κατάστημα εφαρμογών του κάθε λειτουργικού συστήματος, συνήθως κυκλοφορούν μέχρι και 4 ενημερώσεις το μήνα[2]. Οι ενημερώσεις αυτές περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά και διορθώσεις σφαλμάτων τα οποία εμποδίζουν τους χρήστες να χρησιμοποιήσουν σωστά τις λειτουργίες της, οπότε είναι σημαντική η εστίαση σε μια έκδοση που βοηθά την εφαρμογή να είναι πιο ευσταθής.

Ορισμένες νέες εκδόσεις οφείλονται στη διόρθωση των εικαστικών της εφαρμογής και τη βελτίωση σχεδιασμού εμπειρίας και διεπαφής χρήστη, ή όπως αυτά είναι γνωστά UX/UI (User Experience/User Interface Design). Η οργάνωση και διαμόρφωση περιεχομένου, στυλ και μεγεθών γραμματοσειράς, όπως και ο σχεδιασμός ειδικά διαμορφωμένων σελίδων 404 είναι κάποιοι στόχοι που βελτιώνουν τη λειτουργικότητα και τη χρήση της εφαρμογής. Ένα καθαρό και ευδιάκριτο navigation, πιο ξεκάθαρα CTAs (Call to Action ή Κουμπί Προτροπής) και η αφαίρεση των ενοχλητικών και «επιθετικών» banner κάνουν ευκολότερη τη διαδραστικότητα και την πλοήγηση μέσα στην εφαρμογή.

Μετά από κυκλοφορία νέας έκδοσης λειτουργικού, συνήθως ακολουθεί ενημέρωση των εφαρμογών ώστε να συμβαδίζουν με τις αλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτό. Πολλές ενημερώσεις πραγματοποιούνται με στόχο την προσθήκη νέων χαρακτηριστικών για την επίτευξη νέων λειτουργιών, αξιοποιώντας δυνατότητες λογισμικού όπως επίσης και υλικού που παρέχονται μετά την τελευταία ενημέρωση του λειτουργικού συστήματος της συσκευής και δεν ήταν δυνατά νωρίτερα. Όπως και η ενημερωμένη έκδοση του Android για το Nougat, παρουσιάζει τη λειτουργία split-screen και οι εφαρμογές ενημερώθηκαν για να κάνουν χρήση αυτών των νέων συνόλων λειτουργιών υψηλού επιπέδου. Σε πολλές περιπτώσεις οι εφαρμογές παύουν να είναι συμβατές με το εκάστοτε νέο λειτουργικό, μετά από ισχυρές αλλαγές σε αυτό και είναι απαραίτητη η επανεξέταση και διόρθωσή τους.

Ένας από τους κυριότερους λόγους για τον οποίο η ενημέρωση μια εφαρμογής είναι απαραίτητη, είναι η κάλυψη τρωτών σημείων ασφαλείας, όπως η διόρθωση κενών ασφαλείας εξαιτίας των οποίων μπορούν άλλοι προγραμματιστές να υποκλέψουν προσωπικά δεδομένα που έχουν δώσει οι χρήστες της εφαρμογής ή προσωπικά δεδομένα στις συσκευές των χρηστών.

Τέλος, η προώθηση μιας εφαρμογής μπορεί να αποτελέσει λόγο δημιουργίας μιας νέας έκδοσης. Υπάρχουν πολλές διαθέσιμες εφαρμογές για την ολοκλήρωση της ίδιας εργασίας στα καταστήματα εφαρμογών και η επιλογή των χρηστών γίνεται όλο και πιο δύσκολη, με τους περισσότερους να εγκαθιστούν ακόμη και περισσότερες από μία εφαρμογές για τον ίδιο σκοπό. Κάθε φορά που ενημερώνεται μία εφαρμογή, ο χρήστης θα λάβει μια ειδοποίηση για να επιστήσει την προσοχή του. Διάφοροι χρήστες δεν χρησιμοποιούν σε τακτική βάση τις εφαρμογές που έχουν εγκαταστήσει στη συσκευή τους, συνεπώς οι ενημερώσεις εφαρμογών τους υπενθυμίζουν την ύπαρξή τους ώστε να ακολουθήσει χρήση, ακόμα και προώθηση.

Δομή της Εργασίας

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, σχετικά με την αποδοτική διαχείριση και αναβάθμιση εφαρμογών βασισμένη σε τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους, θα αναπτυχθεί σε 5 συνολικά κεφάλαια. Η διάρθρωση της εργασίας διαμορφώθηκε, όπως παρουσιάζεται παρακάτω.

Στο Κεφάλαιο 1 θα αναπτυχθούν μοντέρνα περιβάλλοντα ανάπτυξης και λειτουργίας εφαρμογών κινητού υπολογισμού και παρουσιάζονται κάποια εργαλεία ανάπτυξης ανεξάρτητα πλατφόρμας (Ενότητα 1.1). Το κεφάλαιο κλείνει με αναφορά στην υποστήριξη εφαρμογών κινητού υπολογισμού από τεχνολογίες νέφους.

Στο κεφάλαιο 2 αναπτύσσεται το θέμα της ενημέρωσης εφαρμογών, ξεκινώντας με μία ιστορική αναδρομή στον τρόπο που πραγματοποιείται η ενημέρωση αυτών (Ενότητα 2.1). Στη συνέχεια αναλύεται η χρήση των καταστημάτων στη διαδικασία αυτή (Ενότητα 2.2) και την προώθηση ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο (Ενότητα 2.3), καταλήγοντας στις δυνατότητες που μας παρέχει στο υπολογιστικό νέφος για το σκοπό αυτό (Ενότητα 3.4).

Το Κεφάλαιο 3 παρουσιάζει λύσεις, αλλά και εναλλακτικές, σχετικά με τις υπηρεσίες διαχείρισης και ενημέρωσης εφαρμογών κινητού υπολογισμού σε πραγματικό χρόνο, με χρήση των τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους. Αναλύονται υπηρεσίες που παρέχονται από τις πλατφόρμες διαχείρισης Ionic, Firebase, Amazon Web Services Mobile Hub, Kumulos, Kinvey και, τέλος, Parse Server.

Τέλος, στο κεφάλαιο 4 περιέχονται κριτική, σχολιασμός και συμπεράσματα κυρίως πάνω σε θέματα ασφαλείας και χρεώσεων, αλλά και προτάσεις για μελλοντικές τάσεις στην ενημέρωση εφαρμογών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:

Μοντέρνα περιβάλλοντα ανάπτυξης και λειτουργίας εφαρμογών κινητού υπολογισμού

Υπάρχουν πολλά είδη ανάπτυξης εφαρμογών για έξυπνα κινητά τηλέφωνα, κυρίως εγγενείς εφαρμογές, διαδικτυακές και πολυεπίπεδες. Οι εγγενείς εφαρμογές εκτελούνται εξ' ολοκλήρου από τη συσκευή και ασχολούνται με το υλικό του κινητού άμεσα και αποτελεσματικά. Οι διαδικτυακές εφαρμογές εκτελούνται σε προγράμματα περιήγησης στο διαδίκτυο και οι περισσότερες από αυτές εκτελούνται σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Εκτελούνται σε πολλαπλές πλατφόρμες, αλλά με μικρότερη απόδοση. Οι πολυεπίπεδες εφαρμογές είναι μία ανάμειξη των εγγενών και των διαδικτυακών. Δεδομένου ότι οι προγραμματιστές είναι δύσκολο να γράψουν τον κώδικα σε κάθε πλατφόρμα ξεχωριστά, τα πολυεπίπεδα πλαίσια ανάπτυξης διευκολύνουν το θέμα αυτό μιας και η συγγραφή του κώδικα είναι αναγκαία μία μόνο φορά, αλλά προορίζεται για όλες τις πλατφόρμες.

1.1 Εργαλεία ανάπτυξης ανεξάρτητα πλατφόρμας

Στην πληροφορική, ο όρος ανεξάρτητο πλατφόρμας ή πολυεπίπεδο λογισμικό δέχεται ως ελεύθερη μετάφραση του αγγλικού cross-platform ή multi-platform. Με τον όρο αυτό περιγράφεται μία ενιαία τεχνική υλοποίηση ενός λογισμικού που εφαρμόζεται και εκτελείται σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα ή πλατφόρμες υλικού. Μια εφαρμογή η οποία είναι ανεξάρτητη πλατφόρμας μπορεί να εκτελεστεί κάτω από οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα, όπως Microsoft Windows, Linux ή macOS, είτε σε υπολογιστή αρχιτεκτονικής υλικού PowerPC είτε σε x86. Μια εφαρμογή θεωρείται ανεξάρτητη πλατφόρμας όταν μπορεί να εκτελεστεί σε δύο τουλάχιστον διαφορετικές πλατφόρμες. Ένα γνωστό παράδειγμα λογισμικού το οποίο είναι ανεξάρτητο πλατφόρμας είναι ο φυλλομετρητής Mozilla Firefox, ο οποίος τρέχει σε διαφορετικά λειτουργικά.

Τα ανεξάρτητα πλατφόρμας λογισμικά μπορούν να χωριστούν σε δύο είδη ανάλογα με την ανάγκη τους για μεταγλώττιση ανά λειτουργικό σύστημα. Αρχικά, στο πρώτο είδος περιλαμβάνονται λογισμικά που μεταγλωττίζονται ξεχωριστά, δημιουργείται δηλαδή ένα ξεχωριστό εκτελέσιμο αρχείο για κάθε συνδυασμό λειτουργικού συστήματος και πλατφόρμας υλικού. Το δεύτερο αφορά στα λογισμικά που είναι γραμμένα σε διερμηνευμένη γλώσσα και εκτελούνται από ένα διερμηνέα σε κάθε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν τα προ-μεταγλωττισμένα προγράμματα σε μορφή κώδικα byte (bytecode), τα οποία τρέχουν σε όλες τις πλατφόρμες (όπως η μορφή bytecode της γλώσσας προγραμματισμού Java).

Πρακτικά, δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές με μια συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού να αναπτύξουν λογισμικό γράφοντας το πρόγραμμα μία μόνο φορά, το οποίο με μικρή έως και καθόλου τροποποίηση εκτελείται σε όλα τα συστήματα. Βάσει αυτής της προσέγγισης οι προγραμματιστές μπορούν να υλοποιήσουν τις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής χρησιμοποιώντας τεχνολογίες διαδικτύου και παράλληλα να διατηρήσουν την πρόσβαση σε χαρακτηριστικά της συσκευής που είναι διαθέσιμα μόνο στις εγγενείς (native) εφαρμογές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω των Διεπαφών Προγραμματισμού Εφαρμογών, APIs, που λειτουργούν ως γέφυρα ανάμεσα στις κύριες λειτουργίες της εφαρμογής και τα χαρακτηριστικά της συσκευής. Οι πολυεπίπεδες εφαρμογές είναι αρκετά δημοφιλείς επειδή επιτρέπουν την ανάπτυξη σε εργαλεία ανεξάρτητα πλατφόρμας και έτσι μειώνεται σημαντικά το κόστος ανάπτυξης. Επιτυγχάνεται, δηλαδή η επαναχρησιμοποίηση μέρους της εφαρμογής που υλοποιήθηκε σε τεχνολογίες διαδικτύου, ενώ το μόνο που χρειάζεται να τροποποιηθεί για να λειτουργήσει η εφαρμογή και σε άλλα λειτουργικά συστήματα είναι η αλλαγή των εγγενών διεπαφών (native APIs) που χρησιμοποιούνται για τις λειτουργίες της συσκευής.

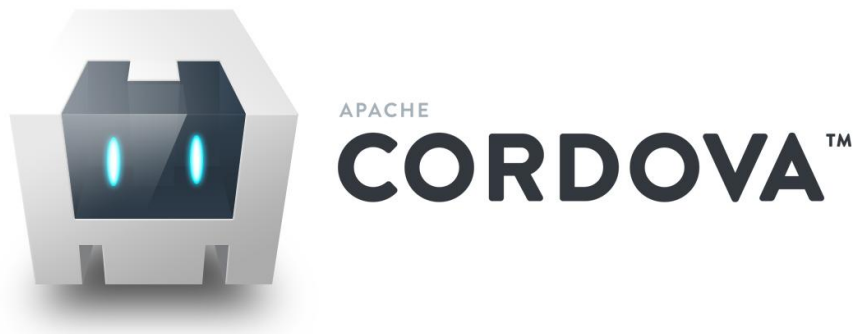
Οι προγραμματιστές του λογισμικού έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν έτοιμα εργαλεία που τους επιτρέπουν να γράφουν τον ίδιο κώδικα σε όλες τις πλατφόρμες, χρησιμοποιώντας τη δύναμη της Γλώσσας Σήμανσης Υπερκειμένου (Hypertext Markup Language) HTML. Η εφαρμογή που υλοποιείται με τεχνολογίες διαδικτύου μπορεί να είναι είτε μια σελίδα που εντοπίζεται στον εξυπηρετητή με τον οποίο επικοινωνεί η εφαρμογή, είτε ένα σύνολο από αρχεία που περιέχουν τις γλώσσες διαδικτύου, τα οποία συγκεντρώνονται στην εφαρμογή και αποθηκεύονται τοπικά στη συσκευή. Κάθε προσέγγιση έχει θετικά και αρνητικά σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψιν. Η πρώτη προσέγγιση επιτρέπει την παροχή ανανεώσεων της εφαρμογής αποφεύγοντας τη διαδικασία αξιολόγησης και αποδοχής από οποιοδήποτε κατάστημα εφαρμογών στο οποίο διατίθεται. Το μειονέκτημα σε αυτό εμφανίζεται στην απουσία της λειτουργίας εκτός σύνδεσης της εφαρμογής, αφού το περιεχόμενο βρίσκεται στον εξυπηρετητή. Η δεύτερη προσέγγιση παρέχει τη δυνατότητα της εκτός σύνδεσης λειτουργικότητας, αφού τα αρχεία που απαιτούνται συμπεριλαμβάνονται στην ίδια την εφαρμογή που εγκαθίσταται στη συσκευή. Ωστόσο, αυτή η επιλογή αφαιρεί τη δυνατότητα άμεσων ανανεώσεων της εφαρμογής. Η λύση που μπορεί να βρεθεί είναι συνδυαστική, δηλαδή ενσωματώνει και τις δύο προσεγγίσεις. Τα αρχεία που μπορούν να φιλοξενηθούν στον εξυπηρετητή εγκαθίστανται σε αυτόν και όταν εκτελεστεί για πρώτη φορά η εφαρμογή θα αποθηκευτούν τοπικά στη συσκευή (app-cache). Τέλος, σε περίπτωση αλλαγής κάποιου αρχείου η συσκευή θα ενημερωθεί για την αλλαγή και θα επιχειρήσει να τα ανακτήσει εκ νέου από τον εξυπηρετητή.

Ο κινητήριος παράγοντας πίσω από τις τεχνολογίες ανάπτυξης ανεξαρτήτου πλατφόρμας είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό περισσότερων πλατφορμών, μειώνοντας την ανάπτυξη του πηγαίου κώδικα. Ένα από τα

πλεονεκτήματα που προκύπτει από τη χρήση των εργαλείων αυτών είναι ότι παρέχουν πιο εύκολη υλοποίηση με τις γλώσσες HTML και JavaScript παρά με την ανάπτυξη με Java. Αυτό συμβαίνει λόγω της ευκολίας της χρήσης των εργαλείων ανάπτυξης και την εξοικείωση των γλωσσών και μειώνονται τα τεχνικά εμπόδια που μπορεί να υπάρξουν στην έγκριση της φυσικής ανάπτυξης. Παρ' όλα αυτά, απαιτείται μεγάλη εξειδίκευση και μάλιστα σε διαφορετικές τεχνολογίες για την χρήση τους.

Το πλήθος των ανεξαρτήτου πλατφόρμας προγραμματιστικών εργαλείων και τεχνολογιών αυτή τη στιγμή στη αγορά είναι μεγάλο και διαφέρουν μεταξύ τους σε διαφορετικό βαθμό στον τρόπο ανάπτυξης, χρήσης αλλά και εκτέλεσης. Κάποια από αυτά τα εργαλεία παρατίθενται αναλυτικά παρακάτω [3].

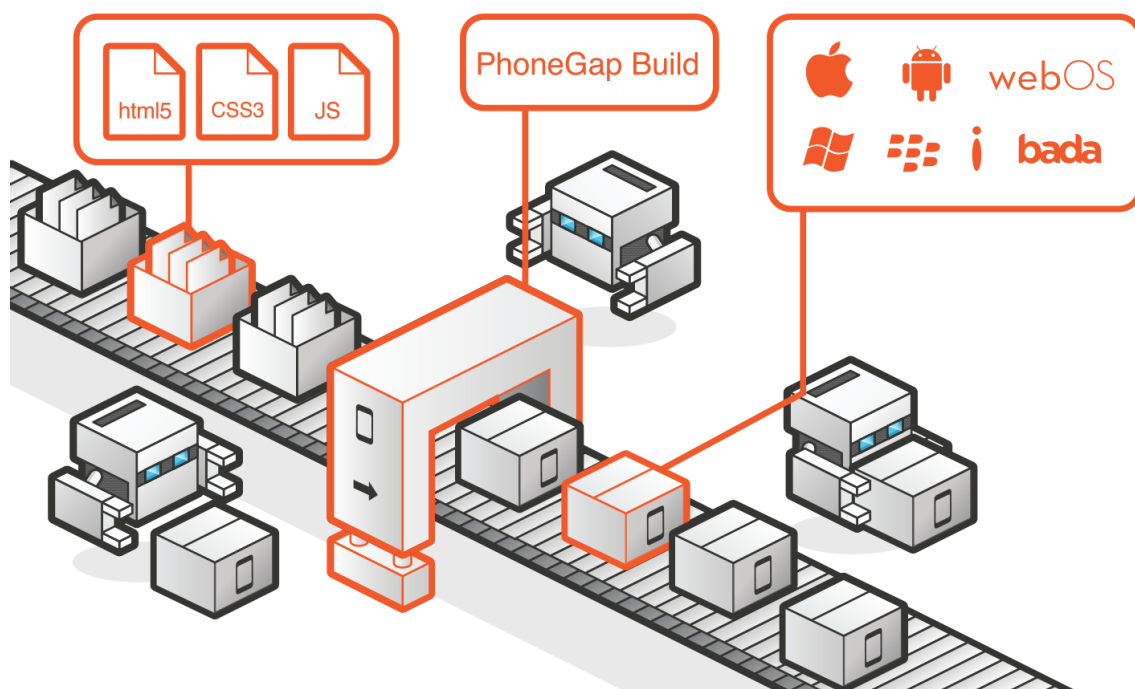
Apache Cordova (PhoneGap)



Εικόνα 1.1 Λογότυπο πλαισίου ανάπτυξης Apache Cordova [4]

Το Apache Cordova είναι ένα πλαίσιο ανάπτυξης (framework) ανοιχτού κώδικα για την ανάπτυξη πολυεπίπεδων εφαρμογών κινητού υπολογισμού. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτού του εργαλείου ανάπτυξης αποτελεί το γεγονός ότι είναι ελεύθερο προς χρήση.

Οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται είναι εύκολο να μεταφραστούν. Είναι, επίσης μία από τις κορυφαίες επιλογές που θα μπορούσε να προτιμήσει ένας αρχάριος προγραμματιστής. Η ανάπτυξη του λογισμικού βασίζεται σε τεχνολογίες διαδικτύου, CSS3, HTML5, JavaScript, και όχι στα API κάθε πλατφόρμας, όπως Android, iOS ή Windows Phone. Εκτός από την ανάπτυξη για τα πιο δημοφιλή Android και iOS, παρέχεται επίσης η δυνατότητα της ανάπτυξης εφαρμογών για λειτουργικά συστήματα Windows και BlackBerry, μέσω της χρήσης του Cordova, όπως παρουσιάζεται και στην εικόνα 1.2.



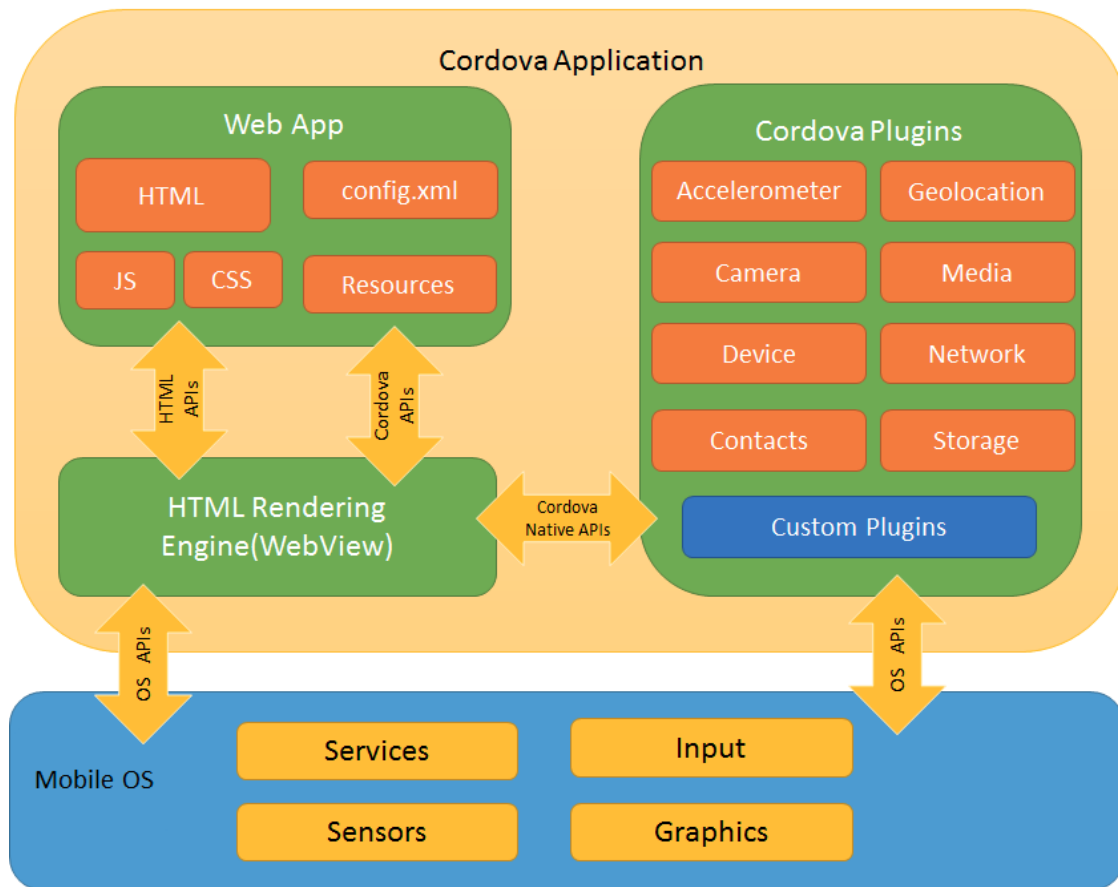
Εικόνα 1.2 Παράθεση εισόδων - εξόδων του πλαισίου ανάπτυξης Apache Cordova[5]

Το 2011 η Adobe Systems εξαγόρασε την Nitobi, την ανασχεδίασε εν ονόματι PhoneGap και στη συνέχεια δημιούργησε μια νέα έκδοση ανοιχτού κώδικα με την σημερινή επωνυμία. Από τον Σεπτέμβριο του 2012, η υπηρεσία PhoneGap Build της Adobe επιτρέπει στους προγραμματιστές να μεταφορτώνουν τον CSS, HTML και JavaScript πηγαίο κώδικα σε ένα μεταγλωττιστή στο υπολογιστικό νέφος που δημιουργεί εφαρμογές για κάθε υποστηριζόμενη πλατφόρμα.

Στο πλαίσιο ανάπτυξης της Cordova παρουσιάζεται και ένα χαρακτηριστικό το οποίο ονομάζεται Hydration. Αυτό επιτρέπει γρήγορους κύκλους κατασκευής και εντοπισμού σφαλμάτων. Με αυτόν τον τρόπο, οι ενημερώσεις θα προωθηθούν στους χρήστες που έχουν δοκιμάσει την εφαρμογή προς επιβεβαίωση ότι όλοι διατηρούν ενημερωμένη την εφαρμογή τους και εργάζονται, συνεπώς, στην πιο πρόσφατη έκδοση.

Σημαντικό πλεονέκτημα της Cordova είναι η λύση που προσφέρει, κλείνοντας το φάσμα που υπήρχε με τα Native χαρακτηριστικά των κινητών συσκευών. Μια εφαρμογή διαδικτύου δεν υποστηρίζει πλήρως πολλές λειτουργίες της συσκευής, όπως είναι η πρόσβαση στα αρχεία ή την κάμερα. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα ωστόσο χρησιμοποιεί ένα μηχανισμό γεφύρωσης που επιτρέπει στην JavaScript την διαδικτυακή προβολή σε μια Native εφαρμογή. Η Cordova περιέχει ολοκληρωμένα plugins για την υποστήριξη των δυνατοτήτων κάθε συσκευής, όπως φωτογραφική μηχανή, αναπαραγωγή πολυμέσων και εγγραφή, επαφές, σύστημα αρχείων, διαθεσιμότητα του δικτύου,

Bluetooth, σύνδεση Facebook, ημερολόγιο και σάρωση barcode. Η σχέση εφαρμογών διαδικτύου και εγγενών παρουσιάζεται επίσης στην εικόνα 1.3.



Εικόνα 1.3 Σχέση παροχών εφαρμογών διαδικτύου και εγγενών εφαρμογών [6]

Όλα τα εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού συντηρούνται από την ίδια την πλατφόρμα, συνεπώς δεν υπάρχει λόγος ανησυχίας των χρηστών για το χειρισμό του. Με το πέρας της ανάπτυξης του προϊόντος είναι πολύ εύκολη η κοινή χρήση του με τους υπόλοιπους χρήστες. Η λειτουργία αυτή ευνοεί και βοηθά τη συνεργασία, ώστε να επιτυγχάνεται μία συνεχή βελτίωση της εφαρμογής. Επιπρόσθετα, επιτυγχάνεται μία σημαντική μείωση του χρόνου ανάπτυξης λογισμικού, διότι δύναται η επαναχρησιμοποίηση πλαισίων, εργαλείων και δεξιοτήτων ανάπτυξης ιστοσελίδων που έχουν ήδη αναπτυχθεί από τον ίδιο, ή/και διαφορετικό χρήστη. Οι εφαρμογές που δημιουργούνται με τη χρήση της Cordova μπορούν να υποστηρίζονται από πολλές κινητές συσκευές, χωρίς να προκύπτουν παραμετροποιήσεις, με αποτέλεσμα να γίνεται εξοικονόμηση σε χρόνο και σε χρήμα χωρίς να κάνει την ίδια διαδικασία πολλές φορές.

Αντίθετα με όλα τα παραπάνω, ένα μειονέκτημα αυτού του πλαισίου ανάπτυξης είναι ότι η χρήση των τεχνολογιών διαδικτύου έχει οδηγήσει πολλές εφαρμογές να τρέχουν

πιο αργά σε σύγκριση με εγγενείς εφαρμογές με παρόμοια λειτουργικότητα. Επίσης δεν περιέχει κάποια έτοιμη βάση διεπαφής χρήστη (UI) περιεχομένου με αποτέλεσμα πολλές φορές η υλοποίηση να απαιτεί περισσότερο χρόνο[7].

Appcelerator Titanium



Εικόνα 1.4 Λογότυπο πλαισίου ανάπτυξης Titanium της εταιρείας Appcelerator[8]

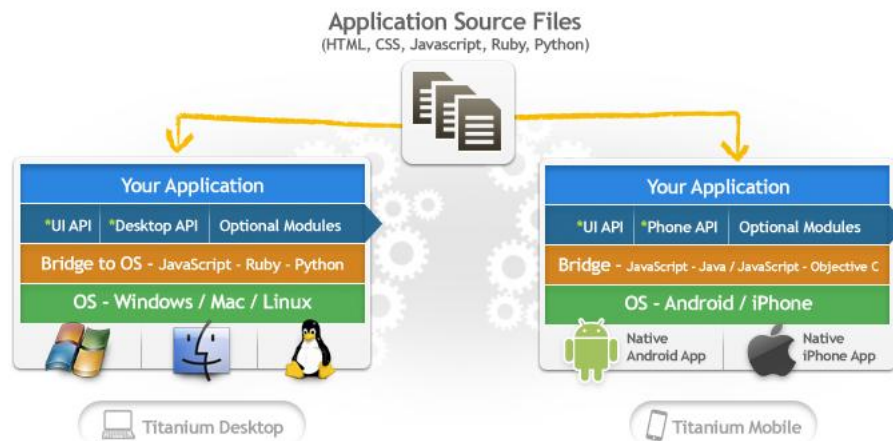
Το Appcelerator Titanium είναι ένα πλαίσιο ανάπτυξης πολυεπίπεδων εφαρμογών που αποτελεί μία από τις κορυφαίες διαθέσιμες επιλογές. Το Titanium SDK λειτουργεί με τη χρήση JavaScript. Το σύστημά του καθιστά πολύ εύκολη για του προγραμματιστές τη δημιουργία εφαρμογών τόσο για iOS όσο και για Android και Windows λειτουργικά.

Το πλαίσιο ανάπτυξης Titanium επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση μεταξύ 60% και 90% του ίδιου κώδικα για όλες τις εφαρμογές σας. Η λειτουργία αυτή αποτελεί μια τεράστια εξοικονόμηση χρόνου, από τη στιγμή που η διαδικασία εξ' αρχής δημιουργίας πηγαίου κώδικα απαιτεί πολύ χρόνο αλλά και προσπάθεια. Αυτή η δυνατότητα της εκκίνησης με ολοκληρωμένο περισσότερο από το ήμισυ του κώδικα είναι ο λόγος της μεγάλης προτίμησης του Appcelerator Titanium[7].

Το Titanium είναι, επίσης, ένα εργαλείο ανάπτυξης ανοικτού κώδικα, γεγονός που επιτρέπει τη συνεισφορά χιλιάδων προγραμματιστών σε ολόκληρο τον πλανήτη. Όλη αυτή η δημοτικότητα έχει ως αποτέλεσμα την απόδοση και την λειτουργικότητα των πόρων να βελτιώνονται συνεχώς. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές να επισκευάζουν σφάλματα ή δυσλειτουργίες που τυχόν συναντήσουν ενώ εργάζονται στο σύστημα αυτό, βοηθώντας στο μέλλον άλλους προγραμματιστές που χρησιμοποιούν αυτό το εργαλείο.

Το Titanium αποτελείται από ένα SDK δηλαδή μια εργαλειοθήκη ανάπτυξης λογισμικού που παρέχει τα κατάλληλα εργαλεία, μεταγλωττιστές και API για τη δημιουργία εφαρμογών. Σημαντικό προτέρημα αποτελεί η χρήση πηγαίου κώδικα σε γλώσσες Java, Swift και Objective C για εφαρμογές κινητού υπολογισμού, αλλά και στις γλώσσες Ruby και Python για εφαρμογές σταθερών υπολογιστών, ταυτόχρονα με τον κώδικα του

πλαίσιου ανάπτυξης Titanium[3]. Αυτός ο διαχωρισμός των τεχνολογιών ανά υλοποίηση παρουσιάζεται στην εικόνα 2.2.5[8]. Το Titanium είναι διαθέσιμο για λειτουργικά συστήματα macOS, Linux και Windows. Για την ανάπτυξη των εφαρμογών για iPhone θα πρέπει να εκτελείτε σε λειτουργικό Mac με το iPhone SDK, ενώ η ανάπτυξη για Android απαιτεί το Android SDK[9]. Τα χαρακτηριστικά σχεδίασης για το Titanium είναι, επίσης, ωραία και καθιστούν πολύ εύκολη τη δημιουργία μιας πρότυπης σελίδας απλά χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα μεταφοράς και απόθεσης (drag and drop). Η μετάβαση μεταξύ σχεδιασμού και ανάπτυξης κώδικα πραγματοποιείται χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια.



Εικόνα1.5 Διαχωρισμός τεχνολογιών ανά υλοποίηση εφαρμογών Titanium[8]

Xamarin



Εικόνα 1.6 Λογότυπο πλατφόρμας ανάπτυξης πολυεπίπεδου λογισμικού Xamarin[10]

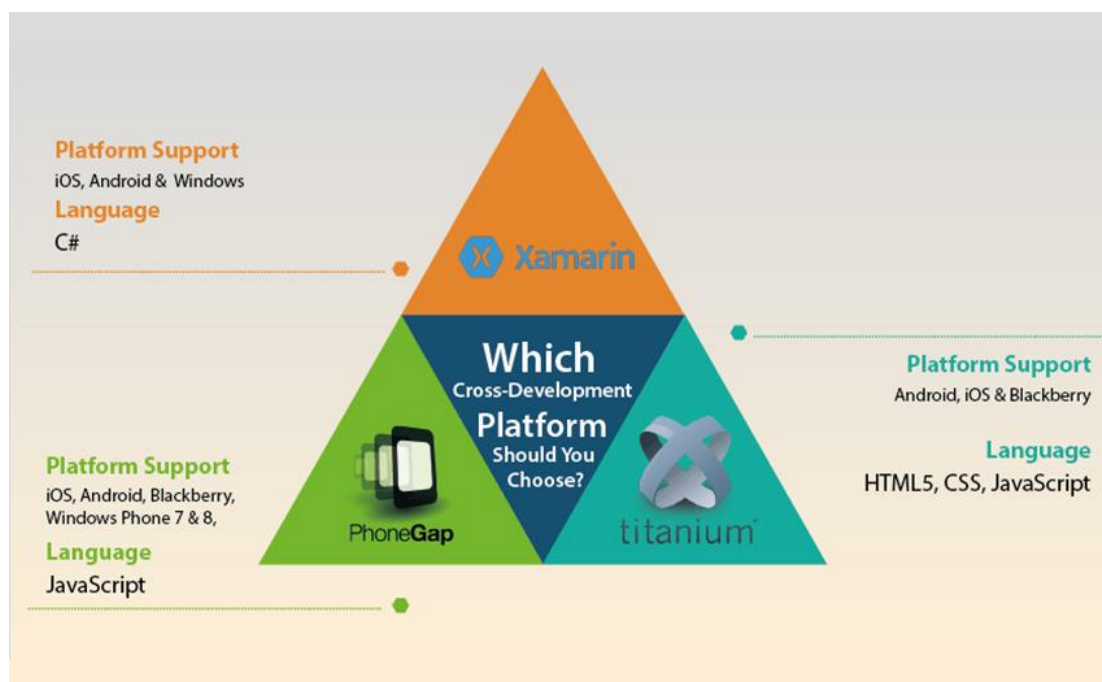
Το Xamarin είναι μία δωρεάν πλατφόρμα ανάπτυξης πολυεπίπεδου λογισμικού για αρχάριους προγραμματιστές. Οι εφαρμογές μοιράζονται τον ίδιο κώδικα για iOS, Android, Windows, Mac κ.ά. λειτουργικά κινητών συσκευών και παράγει μια εγγενή εφαρμογή.

Τα θετικά σημεία του εστιάζουν στη δυνατότητα παρακολούθησης της απόδοσης της εφαρμογής αλλά και εκείνη της εκτέλεσης δοκιμών. Οι δοκιμές μπορούν να

πραγματοποιηθούν σε πάνω από 1.000 συσκευές ώστε να εξαλειφθούν πιθανά σφάλματα.

Το Xamarin χρησιμοποιεί C# ή Ruby για κωδικοποίηση. Οτιδήποτε μπορεί να υλοποιηθεί σε Objective-C ή Java, μπορεί να υλοποιηθεί και σε C# για όλες τις διαθέσιμες πλατφόρμες[3]. Για παράδειγμα δε χρειάζεται να εγκαταστήσουμε το Java SDK για την ανάπτυξη σε Android λειτουργικό, διότι θα χρησιμοποιήσουμε το εργαλείο Visual Studio που μας παρέχει όλες τις απαραίτητες λειτουργίες για την ανάπτυξη εφαρμογών. Το Xamarin έχει πάνω από 500.000 προγραμματιστές σε περισσότερες από 120 χώρες σε όλο τον κόσμο και έχει χρησιμοποιηθεί από αναγνωρισμένες εταιρείες όπως η IBM, η Foursquare και η Microsoft[11].

Όταν πρόκειται για την ανάπτυξη εφαρμογών κινητού υπολογισμού, τα πιο δημοφιλή πλαίσια που έρχονται στο νου ενός προγραμματιστή είναι ενδεχομένως αυτά που έχουν ήδη αναφερθεί, το PhoneGap, το Appcelerator Titanium και το Xamarin. Και τα τρία αυτά τα πλαίσια εξυπηρετούν το σκοπό της ανάπτυξης μιας ενιαίας εφαρμογής για πολλαπλές πλατφόρμες. Συνοψίζοντας, λοιπόν, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στην εικόνα 1.7 οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται ανά πλαίσιο ανάπτυξης γι' αυτές τις λύσεις, καθώς και οι πλατφόρμες για τις οποίες αναπτύσσεται λογισμικό[12].



Εικόνα 1.7 Σύγκριση τεχνολογιών εισόδου και αποτελεσμάτων για τις πλατφόρμες PhoneGap, Appcelerator Titanium και Xamarin[12]

Sencha Ext JS



Εικόνα 1.8 Λογότυπο εταιρείας ανάπτυξης λογισμικού Sencha και προϊόντος EXT JS [13]

Η εταιρεία ανάπτυξης λογισμικού Sencha παρέχει πολλά προϊόντα, με τους προγραμματιστές να δείχνουν μία προτίμηση στο Ext JS 5, λόγω της καλής λειτουργίας του σε διαφορετικές συσκευές και πλατφόρμες.

Έτσι, η χρήση του Sencha καθιστά ευκολότερη τη συνεργασία πολλαπλών μελών της ομάδας σας, ανεξάρτητα από την τοποθεσία τους, γεγονός που ενισχύει την παραγωγικότητα. Προσφέρει, επίσης, πολλά προκατασκευασμένα στοιχεία που θα εξοικονομήσουν πολύ χρόνο στην περίπτωση της κωδικοποίησης.

Το Ext JS είναι ένα πλαίσιο ανάπτυξης της JavaScript για την δημιουργία διαδραστικών διαδικτυακών εφαρμογών ανεξαρτήτου πλατφόρμας, χρησιμοποιώντας τεχνικές όπως Ajax, DHTML και DOM. Αρχικά χτίστηκε ως επέκταση βιβλιοθήκης του YUI το 2007. Το Ext JS περιλαμβάνει τη διαλειτουργικότητα με jQuery και Prototype. Στην πρώτη έκδοση του Ext JS δεν υπήρχε καμία εξάρτηση από εξωτερικές βιβλιοθήκες, αλλά ήταν σε θέση να τις χρησιμοποιήσει προαιρετικά. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα βασίζεται στην HTML5 για την ανάπτυξη εφαρμογών με τη Sencha. Η ενσωμάτωση τόσο σε πλατφόρμες Android όσο και iOS επιτυγχάνεται εύκολα, με την απλή χρήση ενός εργαλείου μετάφρασης, όπως το Cordova που αναφέρθηκε προηγουμένως [14].

Εκτός από την κωδικοποίηση, παρέχεται πρόσβαση σε εργαλεία σχεδιασμού και καθίσταται δυνατή η επαναχρησιμοποίηση θεμάτων χωρίς την ανάγκη συγγραφής κώδικα.

Η Sencha διαθέτει, επίσης, εξαιρετικά εργαλεία ελέγχου. Τα χαρακτηριστικά προορίζονται ειδικά για έλεγχο εφαρμογών που έχουν κατασκευαστεί χρησιμοποιώντας το Ext JS, για πιο ακριβή αποτελέσματα των δοκιμών αυτών. Πραγματοποιώντας τις κατάλληλες δοκιμές διασφαλίζεται η ποιότητα και μειώνεται ο χρόνος και το κόστος που συνδέονται με τις δοκιμές άλλων πόρων [3].

Corona



Εικόνα 1.9 Λογότυπο πλατφόρμα ανάπτυξης Corona SDK της Corona Labs Inc [15]

Η πλατφόρμα ανάπτυξης Corona SDK δημιουργήθηκε το 2007 και κυκλοφόρησε το 2009 η πρώτη δοκιμαστική (beta) έκδοση δωρεάν. Ένα χρόνο αργότερα κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το Corona SDK 2.0 beta έχοντας ένα νέο χαρακτηριστικό, την υποστήριξη λογισμικού για τις πλατφόρμες iOS και Android, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολυεπίπεδων εφαρμογών κινητού υπολογισμού [16].

Η Corona SDK παρέχει μεγάλη ταχύτητα, παρουσιάζοντας μάλιστα μέσω προωθητικών ενεργειών πως είναι εφικτή η εκκίνηση της διαδικασίας κωδικοποίησης νέας εφαρμογής σε λιγότερο από πέντε λεπτά με το εργαλείο ανάπτυξης λογισμικού. Είναι εύκολο στη χρήση και ακόμη και εξαιρετικό για αρχάριους. Είναι, επίσης, προϊόν ανοιχτού κώδικα, συνεπώς μπορεί να δοκιμαστεί από τον κάθε προγραμματιστή ανά πάσα στιγμή χωρίς κανένα κόστος, διαθέτοντας απλά λίγο χρόνο.

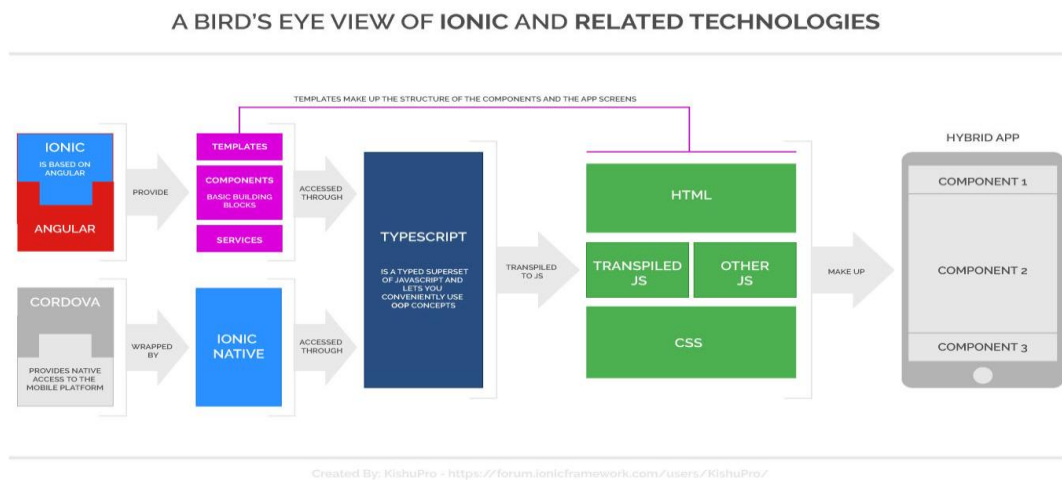
Η κύρια χρήση της Corona είναι για 2D παιχνίδια. Είναι ιδανικό για υψηλής ποιότητας γραφικά και μπορεί να βοηθήσει τη δημιουργία παιχνιδιών πολύ πιο γρήγορα απ' ό τι επιτυγχάνεται η κωδικοποίηση ολόκληρης της εφαρμογής από την αρχή. Η ανάπτυξη λογισμικού πραγματοποιείται σε Lua, η οποία είναι η γλώσσα προγραμματισμού της Corona γραμμένη σε C, αφού φτάσανε στο συμπέρασμα καλής λειτουργίας της γλώσσας αυτής σε συσκευές κινητού υπολογισμού [3].

Ionic



Εικόνα 1.10 Λογότυπο του πλαισίου ανάπτυξης πολυεπίπεδων εφαρμογών Ionic [17]

Το Ionic είναι ένα πλαίσιο ανάπτυξης ανεξαρτήτου πλατφόρμας εφαρμογών κινητού υπολογισμού. Αποτελεί ένα εργαλείο ανοιχτού κώδικα και δημιουργήθηκε το 2013, βασισμένο σε HTML5, CSS και JavaScript και το πλαίσιο ελέγχου AngularJS. Οι εφαρμογές αυτές βασιζόμενες σε τεχνολογίες διαδικτύου, μετατρέπονται σε native εφαρμογές και διανέμονται στα ηλεκτρονικά καταστήματα εφαρμογών προς εγκατάσταση στις συσκευές μέσω του Apache Cordova. Εν συνεχεία, από τη δεύτερη έκδοση του μέχρι και την τρίτη που είναι η τελευταία διαθέσιμη αυτή τη στιγμή, γνωστό πλέον ως Ionic 2, βασίζεται σε νεότερες εκδόσεις του πλαισίου Angular και πλέον χρησιμοποιείται η TypeScript. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε κάθε στάδιο ανάπτυξης μια Ionic εφαρμογής.



Εικόνα 1.11 Δομή τεχνολογιών ανάπτυξης εφαρμογών με χρήση του πλαισίου Ionic [18]

Το Ionic παρέχει όλες τις δυνατότητες και τα χαρακτηριστικά που διατίθενται στις εγγενείς εφαρμογές κινητού υπολογισμού. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν μια εφαρμογή, να την παραμετροποιήσουν για κινητές συσκευές ανά λειτουργικό σύστημα, και να την αναπτύξουν με τη χρήση του Cordova. Το πλαίσιο ανάπτυξης Ionic εστιάζει στην κατασκευή εφαρμογών που καλύπτουν τα πρότυπα του διαδικτύου και προορίζονται για κάθε σύγχρονη συσκευή. Συνεπώς, η ανάπτυξη λογισμικού βασισμένο στο Ionic υποστηρίζει ένα μεγάλο πλήθος πλατφορμών και εκδόσεων. Σε αυτές συγκαταλέγεται το Android για εκδόσεις από 4.1 και πάνω, το iOS, που υποστηρίζεται από iOS 7 και πάνω, το Blackberry και την πλατφόρμα Windows για εκδόσεις νεότερες των Windows 10 [19].

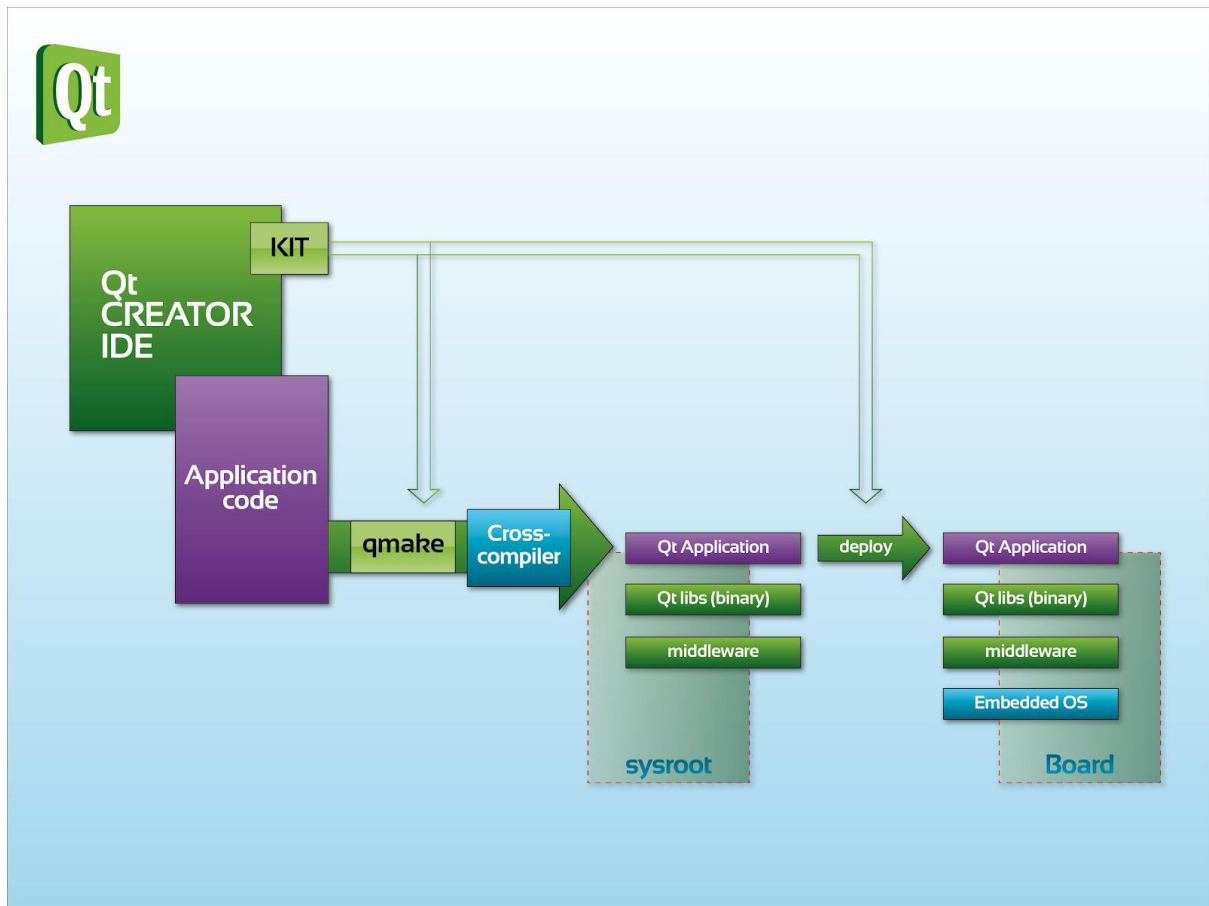


Εικόνα 1.12 Λογότυπο συνδρομητικής υπηρεσίας ανάπτυξης εφαρμογών Qt^[20]

Το Qt είναι μια συνδρομητική υπηρεσία για την ανάπτυξη εφαρμογών ανεξαρτήτου πλατφόρμας. Πριν την αγορά του, παρέχεται η δυνατότητα δωρεάν δοκιμής, με τους χρήστες να μπορούν να επωφεληθούν αυτής ώστε να καταλήξουν στην καλύτερη απόφαση επιλογής τεχνολογιών. Στην υπηρεσία αυτή χρησιμοποιείται η γλώσσα C++ για την ανάπτυξη λογισμικού^{[3][21]}.

Το πλαίσιο ανάπτυξης Qt δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης εκτέλεσης της εφαρμογής σε διάφορες συσκευές κινητού υπολογισμού. Ένα άλλο θετικό στοιχείο αυτού του εργαλείου ανάπτυξης ανεξαρτήτου πλατφόρμας είναι η ταχύτητα. Τα εργαλεία που προσφέρει βοηθούν στη διάθεση της εφαρμογής στα ηλεκτρονικά καταστήματα πολύ πιο γρήγορα. Συνολικά, είναι πραγματικά εύκολο στη χρήση, μια και δεν έχει περίπλοκη διεπαφή όπως κάποια άλλα εργαλεία ανάπτυξης.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα στάδια υλοποίησης μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Qt^[22].



Εικόνα 1.13 Στάδια υλοποίησης εφαρμογής με χρήση Qt τεχνολογίας [22]

Το πλήθος των περιβαλλόντων ανάπτυξης εφαρμογών ανεξαρτήτου πλατφόρμας αυξάνεται συνεχώς και τα περισσότερα από αυτά διαφέρουν μεταξύ τους σε πολλά σημεία.

Το Alpha Anywhere, για παράδειγμα, είναι ένα από αυτά και παρέχει στον χρήστη τη δυνατότητα να επιλέξει εκείνος την γλώσσα προγραμματισμού που θα χρησιμοποιήσει, επιλέγοντας ανάμεσα σε Xbasic, NTO#, VB.NET, JavaScript ή οποιαδήποτε γλώσσα υποστηρίζεται από .NET, όπως C++ και Cobra [3]. Ένα ακόμη τέτοιο πλαίσιο ανάπτυξης είναι το 5app, το οποίο διαφέρει σε μεγάλο βαθμό από τα άλλα εργαλεία, λόγω της σχεδίασής του για επιχειρήσεις που αναπτύσσουν εφαρμογές για τους υπαλλήλους τους. Το 5app δίνει έμφαση στην ασφάλεια των δεδομένων και χρησιμοποιεί JavaScript και HTML5 για την ανάπτυξη των εφαρμογών. Κάποια ακόμη από τα εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών ανεξαρτήτου πλατφόρμας είναι τα RhoMobile Suite, Cocos2d, Unity3d, Webix, Native Script, Monocross, Adobe, Codename One και Convertigo.

1.2 Υποστήριξη εφαρμογών κινητού υπολογισμού από τεχνολογίες νέφους

Το υπολογιστικό νέφος σύμφωνα με το US National Institute for Standards and Technology είναι «ένα μοντέλο που δίνει τη δυνατότητα της συνεχούς, εύκολης και υψηλών απαιτήσεων πρόσβασης σε μια κοινόχρηστη συλλογή ρυθμιζόμενων υπολογιστικών πόρων, οι οποίοι τροφοδοτούνται και απελευθερώνονται με ελάχιστη προσπάθεια διαχείρισης και αλληλεπίδρασης παροχής υπηρεσιών»[23]. Χρησιμοποιώντας απλούς όρους, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τεχνολογία υπολογιστικού νέφους, ή νέφος ή αλλιώς cloud computing, αποτελεί οποιοδήποτε λογισμικό χρησιμοποιεί ο χρήστης, το οποίο όμως δεν τρέχει στον υπολογιστή του, αλλά τρέχει στο διαδίκτυο.

Οι υπηρεσίες του υπολογιστικού νέφους παρέχουν στο χρήστη τη δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων, όπως μουσική, βίντεο, έγγραφα, εικόνες κ.α., καθώς και την πρόσβαση σε εφαρμογές αξιοποιώντας απλά το διαδίκτυο. Ως κοντινότερο παράδειγμα χρήσης θα μπορούσε να θεωρηθεί η πρόσβαση στο ημερολόγιο, ο καθημερινός έλεγχος, η αποστολή αλλά και η λήψη μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, όπου όλα αυτά τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε διακομιστές και η πρόσβαση τους γίνεται απομακρυσμένα χάρη στο νέφος. Γνωστές εφαρμογές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που αξιοποιούν τις δυνατότητες αυτές είναι το Gmail, το Yahoo ή το Hotmail. Μία ακόμα αξιοσημείωτη υπηρεσία του νέφους είναι η αποθήκευση δεδομένων (μουσική, βίντεο, έγγραφα, εικόνες κ.α.) αλλά και η κοινοποίηση τους μέσω εφαρμογών όπως το Google Drive, το OneDrive, το Dropbox, το Microsoft Skydrive, το Amazon και το iCloud. Η κάθε εταιρεία προσφέρει διαφορετική χωρητικότητα δωρεάν αποθήκευσης δεδομένων. Το ο Google Drive, για παράδειγμα, παρέχει 15GB[24], το OneDrive 5GB[25] και το Dropbox 2GB[26]. Άλλες λιγότερο γνωστές υπηρεσίες είναι το SpiderOak, το SugarSync, το Ubuntu One και το Box με ανάλογους αποθηκευτικούς χώρους[27].

Η εξοικονόμηση χρημάτων είναι ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους για τους χρήστες. Αξιοποιώντας τις εφαρμογές του νέφους, δεν είναι απαραίτητη η αγορά λογισμικών ή ακόμα και η αγορά και συντήρηση ακριβών εξυπηρετητών και εγκαταστάσεων αποθήκευσης δεδομένων. Έτσι εξοικονομούνται χρήματα, χώρος γραφείων και έξοδα για εσωτερικό προσωπικό υποστήριξης των παρεχόμενων υπηρεσιών πληροφορικής. Από αυτό επωφελούνται εξατομικευμένοι χρήστες διαδικτύου, αλλά κυρίως οι επιχειρήσεις ή οργανισμοί. Από έρευνες έχει προκύψει ότι το 81% των επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν ήδη το υπολογιστικό νέφος ανέφεραν μείωση των δαπανών τους ως 30%[9].

Η χρήση του υπολογιστικού νέφους χαρακτηρίζεται από μεγάλη αξιοπιστία σχετικά με την απώλεια δεδομένων. Τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα σε διακομιστές σε διάφορα

κέντρα δεδομένων (data centers) σε όλο τον πλανήτη, κάτι που ελαχιστοποιεί την πιθανότητα να χαθούν. Δεδομένου ότι όλα τα δεδομένα σας είναι αποθηκευμένα στο σύννεφο η δημιουργία αντιγράφων και η ανάκτησή τους είναι σχετικά πολύ πιο εύκολη από ότι σε μια φυσική συσκευή.

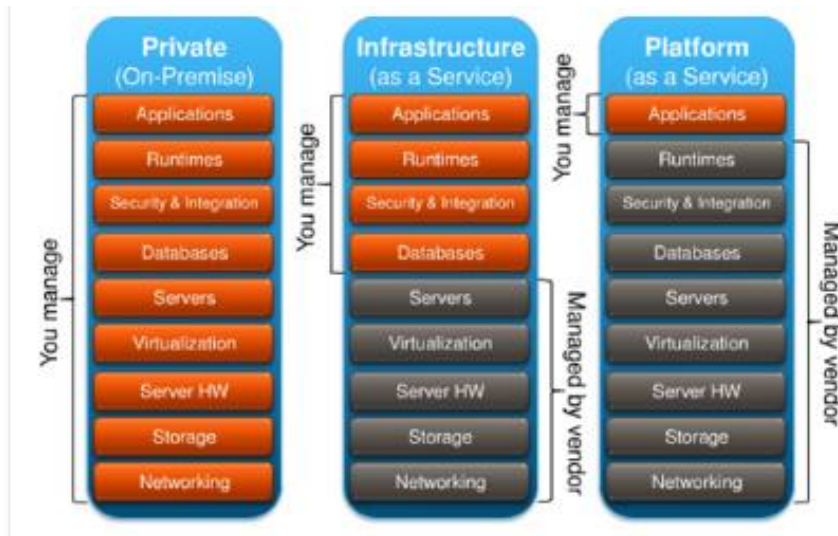
Ωστόσο, όπως ακριβώς και στην απευθείας σύνδεση, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος κάποιος να προσπαθήσει να αποκτήσει πρόσβαση στα προσωπικά δεδομένα ενός χρήστη, έτσι είναι σημαντική η επιλογή ενός ισχυρού κωδικού πρόσβασης και η προσοχή σε τυχόν ρυθμίσεις απορρήτου κατά την χρήση μιας υπηρεσίας. Οι εταιρείες παροχής υπηρεσιών νέφους εγγυώνται ότι υπάρχει ασφάλεια των δεδομένων που ανεβάζει κάποιος στο νέφος, χάρη στην κρυπτογράφηση που πραγματοποιείται. Στις περισσότερες εταιρείες, όμως, η κρυπτογράφηση γίνεται μετά το ανέβασμα των δεδομένων στο νέφος, πράγμα που δεν είναι ιδιαίτερα ασφαλές. Για μεγαλύτερη ασφάλεια προτιμώνται εταιρείες που κρυπτογραφούν τα δεδομένα πριν το ανέβασμα τους στο νέφος, όπως οι MEGA (Νέα Ζηλανδία) που προσφέρει δωρεάν χώρο 50GB[28]. Η γερμανική TeamDrive δίνει δωρεάν χώρο 50GB, επίσης, τα δεδομένα κρυπτογραφούνται στον υπολογιστή πριν το ανέβασμα, τα στοιχεία του λογαριασμού βρίσκονται στους γερμανικούς διακομιστές, ενώ τα δεδομένα αποθηκεύονται σε διακομιστές στις ΗΠΑ, στην Ιρλανδία ή στο Χονγκ Κονγκ.

Τα κέντρα δεδομένων και οι εξυπηρετητές, ωστόσο, ευθύνονται για το 2% της παγκόσμιας ρύπανσης του περιβάλλοντος, λόγω της ανάγκης μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας για να λειτουργούν όλο το 24ωρο. Οι χώρες στις οποίες φιλοξενούνται συγκροτήματα κέντρων δεδομένων έχουν αυστηρή νομοθεσία και υποχρεώνουν τις εταιρείες να χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας (ήλιος, αέρας, νερό κ.α.). Κάποιες εταιρείες σχεδιάζουν κέντρα δεδομένων σε περιοχές με πολύ κρύο έτσι ώστε να μην χρειάζονται πολλή ενέργεια[29].

Το υπολογιστικό νέφος κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον τύπο της υπηρεσίας που προσφέρει σε μοντέλα παροχής υπηρεσιών. Το πρώτο είναι αυτό που χρησιμοποιείται πιο συχνά και ονομάζεται Λογισμικό ως Υπηρεσία (Software as a Service - SaaS). Τα μοντέλα Πλατφόρμα ως Υπηρεσία (Platform as a Service - PaaS) και Backend ως Υπηρεσία (Backend as a Service - BaaS ή και Mobile Backend as a Service - MBaaS) μας παρέχουν ένα περιβάλλον εργασίας για ανάπτυξη εφαρμογών. Τέλος, οι Υποδομές ως Υπηρεσία (Infrastructure as a Service - IaaS) μας παρέχουν τους πόρους που χρειαζόμαστε μέσω του ίντερνετ, προκειμένου να στήσουμε ένα δικό μας εικονικό διακομιστή, μια ιστοσελίδα, ή μια πλήρη online υπηρεσία[30].

Πιο αναλυτικά, με το μοντέλο SaaS (Software-as-a-Service) παρέχεται η δυνατότητα της μίσθωσης διαφόρων εφαρμογών. Η ουσία του μοντέλου αυτού, είναι ότι ο πελάτης δεν αγοράζει το λογισμικό αλλά πληρώνει για την υπηρεσία που του παρέχει. Ο πελάτης δεν διαθέτει κανένα λογισμικό στους διακομιστές του, αλλά χρησιμοποιεί τις εγκαταστάσεις της υπηρεσίας, με μόνο μέλημα την πληρωμή της υπηρεσίας, της συντήρησης του διακομιστή και τη διαβούλευση. Αυτή την περίοδο πολλές startups

εταιρείες, επιλέγουν αυτό το επιχειρηματικό μοντέλο για την παροχή λύσεων λογισμικού στους καταναλωτές. Ένα πλεονέκτημα για τους τελικούς χρήστες είναι ότι δεν χρειάζεται να ενημερώνει ποτέ το λογισμικό, ενώ στο νέφος τρέχει πάντα την πιο πρόσφατη έκδοση. Όσον αφορά το μοντέλο PaaS (Platform as a service), είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης, εγκατάστασης και διανομής λογισμικού και παρέχεται ως υπηρεσία σε προγραμματιστές μέσω του διαδικτύου. Διευκολύνει την ανάπτυξη του λογισμικού και τον διαμοιρασμό του απαλλαγμένο από το κόστος και την πολυπλοκότητα της αγοράς και της διαχείρισης της αναγκαίας υποδομής, ενώ ταυτόχρονα παρέχει όλες τις διευκολύνσεις που απαιτούνται για την υποστήριξη του κύκλου ζωής του λογισμικού[31]. Με το μοντέλο PaaS οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργούν εφαρμογές διαδικτύου (web applications) χωρίς να χρειάζεται να εγκαταστήσουν κανένα «εργαλείο» τοπικά στον υπολογιστή τους ενώ μπορούν να διανείμουν τα λογισμικά που παράγουν χωρίς χρήση κανενός ιδιαίτερου εργαλείου διαχείρισης. Η Microsoft τα τελευταία χρόνια διαθέτει το Microsoft Azure, το οποίο είναι μια από τις πιο δημοφιλείς εκδοχές του PaaS. Επαγγελματίες της πληροφορικής μπορούν να έχουν πρόσβαση σε εργαλεία τελευταίας γενιάς και να αναπτύξουν λογισμικό απ' ευθείας στο σύννεφο. Από την άλλη πλευρά το backend ως υπηρεσία (BaaS) είναι ένα μοντέλο υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους που χρησιμεύει ως ενδιάμεσο λογισμικό που παρέχει στους προγραμματιστές τρόπους σύνδεσης των εφαρμογών ιστού και κινητών με υπηρεσίες cloud μέσω API και εργαλείο προγραμματιζόμενου λογισμικού (SDK). Σε σύγκριση με άλλα μοντέλα υπηρεσιών στο περιβάλλον του cloud computing, το Backend as a service είναι μάλλον νέο και υπάρχει περιορισμένος αριθμός διαθέσιμων παρόχων. Το Backend ως υπηρεσία είναι επίσης γνωστό ως κινητό backend ως υπηρεσία (MBAas)[32]. Το μοντέλο Infrastructure as a Service τέλος, είναι μια μορφή φιλοξενίας (hosting). Περιλαμβάνει πρόσβαση στο δίκτυο καθώς και υπηρεσίες δρομολόγησης και αποθήκευσης 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 τιμολόγηση της αποτελεί πεδίο ισχυρού ανταγωνισμού μεταξύ των παρόχων υπηρεσιών IaaS. Δεκάδες εκατοντάδες εφαρμογές που υποστηρίζουν παράλληλη χρήση σε διάφορες συσκευές (smart phones, 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. Η AWS είναι ένας από τους παλαιότερους παρόχους υπηρεσιών υπολογιστικού νέφους και σύμφωνα με το Gartner Magic Quadrant έχει το μεγαλύτερο μερίδιο αγοράς. Για τους νέους πελάτες προσφέρει μια ελεύθερη βαθμίδα που τους επιτρέπει να το χρησιμοποιούν ελεύθερα για ένα έτος με κάποιους περιορισμένους πόρους[33].



Εικόνα 1.14 Διαφορές διαχείρισης υποδομών ανά μοντέλο υπολογιστικού νέφους [34]

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται η διαφορά στο επίπεδο διαχείρισης των υποδομών όταν η υλικοτεχνική υποδομή είναι ιδιοκτησία του τελικού χρήστη και όταν χρησιμοποιούνται υπηρεσίες του Cloud όπως IaaS και PaaS.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ενημέρωση εφαρμογών

Οι εφαρμογές κινητού υπολογισμού δημιουργήθηκαν, αρκετό διάστημα πριν το διαδίκτυο αποκτήσει δημοτικότητα. Ένας προγραμματιστής, για παράδειγμα, ο Larry Wall, δημιούργησε το 1987, το Perl, μία δημοφιλή γλώσσα προγραμματισμού για τον διακομιστή. Αυτό έγινε 7 χρόνια πριν το διαδίκτυο ξεκινήσει να κερδίζει δημοτικότητα, έξω από ακαδημαϊκούς και τεχνολογικούς κύκλους. Παρόλο που οι πρώτες βασικές εφαρμογές ήταν σχετικά απλές, η διαδικασία αναβάθμισής τους εκείνη την εποχή ήταν αρκετά πολύπλοκη και χρονοβόρα.

Οι ενημερώσεις των ευρύτερων λειτουργικών συστημάτων, των προγραμμάτων κτλ, είναι μια διαδικασία που ονομάζεται “patching”. Τα patches, σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να ενημερώνουν το πρόγραμμα για το οποίο προορίζονται, να διορθώσουν πιθανά λάθη που υπάρχουν καθώς και να το αναβαθμίσουν. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει επίσης, τη διόρθωση σφαλμάτων ασφαλείας, τη βελτίωση της λειτουργίας του προγράμματος (π.χ. να γίνει πιο φιλικό προς το χρήστη), καθώς και να αυξήσει τις επιδόσεις του εκάστοτε προγράμματος (μείωση κατανάλωσης πόρων ή χρόνου ανταπόκρισης κτλ). Μία τραγική ειρωνεία που αναδεικνύεται συνήθως με τις ενημερώσεις των προγραμμάτων, είναι η εμφάνιση επιπλέον προβλημάτων στη λειτουργία τους, κάτι που απαιτεί δημιουργία νέας έκδοσης και συνεπώς την ανάγκη νέας ενημέρωσης για την αντιμετώπιση των καινούργιων δυσλειτουργιών. Κάπως έτσι αναδείχθηκε και η ανάγκη του version control, ο έλεγχος δηλαδή μεταξύ των εκδόσεων με την ασφαλή επιστροφή σε παλαιότερη έκδοση που χαρακτηριζόταν από καλύτερη ευστάθεια [35].

2.1 Ιστορική αναδρομή στον τρόπο ενημέρωσης εφαρμογών

Οι ενημερώσεις λογισμικού κλειστού κώδικα είναι ένα είδος ενημερώσεων που διανέμονται συνήθως ως εκτελέσιμα αρχεία και ο χρήστης καλείται απλά να τα εκτελέσει στον υπολογιστή του, χωρίς να του δίνεται η δυνατότητα αλλαγής ή αφαίρεσης μέρους του κώδικα. Στην αντίπερα όχθη, υπάρχει το ανοιχτό λογισμικό, που είναι ελεύθερο προς χρήση από οποιονδήποτε, χωρίς συνήθως να υπόκειται σε κάποιου είδους άδεια. Από τις λίγες υποχρεώσεις όσων θέλουν να δουλέψουν με τέτοιου είδους λογισμικά, είναι η δυνατότητα αλλαγών που γίνονται από κάποιον τρίτο, να είναι και αυτές ελεύθερες προς τροποποίηση, χρήση κτλ. Οι ενημερώσεις σε λογισμικά ανοιχτού κώδικα, γίνονται με διάφορους τρόπους. Από τους πιο γνωστούς είναι η δυνατότητα απόκτησης του πηγαίου κώδικα και η μετατροπή του σε εκτελέσιμο αρχείο από τον

εκάστοτε χρήστη, όπως επίσης και η άμεση απόκτηση ενός εκτελέσιμου αρχείου, το οποίο όμως διαθέτει ολόκληρο τον κώδικα που το συνθέτει, καθώς και οδηγίες για τη λειτουργία του. Οι δύο παραπάνω τρόποι, τροποποιούν το υπάρχων λογισμικό που κατέχει ο χρήστης, είτε με τη διόρθωση του δυαδικού αρχείου, συμπεριλαμβάνοντας σε αυτό τις διορθώσεις ή την πλήρη αντικατάσταση του. Παράδειγμα, στους πρώτους μικροεπεξεργαστές που κυκλοφόρησαν, το λειτουργικό σύστημα που είχε ο μικροεπεξεργαστής, υπήρχε εγκατεστημένο κάποιο εργαλείο το οποίο δεχόταν ενημερώσεις συνήθως από κάποιο αρχείο κειμένου (π.χ. text.txt κτλ), διάβαζε τα δεδομένα του αρχείου αυτού και στη συνέχεια εφαρμόζε τις διορθώσεις στο αντίστοιχο λογισμικό. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι οι διορθώσεις και γενικότερα οι αλλαγές, μετατρέπονταν αρχικά σε δυαδική μορφή και ύστερα εφαρμοζόντουσαν στο εκτελέσιμο λογισμικό.

Στην αρχή, οι ενημερώσεις των υπολογιστών πραγματοποιούνταν μέσω χαρτοταινιών ή στα αγγλικά paper tape ή punched cards. Η διαδικασία που ακολουθούσαν ήταν να παίρνουν το paper tape, να ξεχωρίζουν τα κομμάτια που χρειαζόντουσαν για την αναβάθμιση και να αφαιρούν όλο το υπόλοιπο κομμάτι[36]. Στη συνέχεια, κυκλοφόρησαν οι πρώτοι μαγνητικοί δίσκοι (floppy disks)[37]. Ξεκινώντας με τους μαγνητικούς δίσκους, οι εταιρείες, οι προγραμματιστές κτλ, ξεκίνησαν να διανέμουν τις ανανεώσεις των λογισμικών τους σε αυτούς. Οι μαγνητικοί δίσκοι κυκλοφόρησαν σε 8, 5 1/4 και 3 1/2 ίντσες. Όσο η τεχνολογία των μαγνητικών δίσκων εξελισσόταν, η διαδικασία ενημέρωσης λογισμικού πέρασε στους συμπαγείς δίσκους, επίσης γνωστοί ως οπτικοί δίσκοι (Compact Disks - CDs)[38]. Ο οπτικός δίσκος κυκλοφόρησε σε δύο εκδόσεις, έχουμε τους οπτικούς δίσκους μόνο για ανάγνωση (Compact Disk - Read Only Memory ή CD - ROM) και τους οπτικούς δίσκους ανάγνωσης - γραφής (Compact Disk - Read Write ή CD - RW). Μία ακόμα κατηγορία δίσκων που αξίζει να αναφερθούμε, καθώς μας εξυπηρέτησε για μεγάλο χρονικό διάστημα, είναι ο Ψηφιακός Ευέλικτος Δίσκος ή Ψηφιακός Δίσκος Βίντεο (Digital Versatile Disc ή Digital Video Disc - DVD). Όπως φανερώνει και το όνομα του δίσκου αυτού, ήρθε να καλύψει το κενό της αποθήκευσης μεγάλου όγκου δεδομένων. Αρχικά τα DVDs χρησιμοποιούνταν κυρίως για αποθήκευση βίντεο και μουσικής, στη συνέχεια, όμως, άρχισαν να κυκλοφορούν όλο και περισσότερες ενημερώσεις λογισμικών σε DVD, λόγω κυρίως του μεγάλου όγκου δεδομένων που καταλάμβανε η κάθε ενημέρωση.

Με την ευρεία έλευση και χρήση του διαδικτύου, σιγά σιγά ο χρήστης, καθώς και όσοι παράγουν λογισμικά και διαθέτουν ενημερώσεις για αυτά, άρχισαν να χρησιμοποιούν το διαδίκτυο για την χρήση τους. Ο κατασκευαστής τοποθετούσε το λογισμικό ή τις ενημερώσεις του λογισμικού σε χώρο στον οποίο είχαν όλοι πρόσβαση μέσω του διαδικτύου και στη συνέχεια ο χρήστης το κατέβαζε τοπικά στον υπολογιστή του για να κάνει τις ενημερώσεις. Ο τρόπος λειτουργίας των ενημερώσεων όσο αφορά το επίπεδο της εγκατάστασής τους δεν διέφερε πολύ από την αρχική διαδικασία.

Η γνωριμία και εξοικείωση του κόσμου με το διαδίκτυο, έφερε ριζικές αλλαγές στην καθημερινότητα των χρηστών, καθώς και στην εργαλειακή αντιμετώπιση και χρήση του ίδιου του διαδικτύου. Πολύ γρήγορα οι εταιρείες παραγωγής λογισμικού, ανέπτυξαν την τεχνολογία υπολογιστικού νέφους. Πάνω σε αυτή την τεχνολογία, φάνηκε πολύ γρήγορα, ότι χρειάζονται περισσότερα εργαλεία/λογισμικά για την βέλτιστη εκμετάλλευσή της. Αυτό μας οδήγησε, στη δημιουργία λογισμικών τύπου Cloud Storage (App Store στο Android, iCloud στο iOS κτλ). Τα λογισμικά αυτά, λειτουργούν σαν “διαμεσολαβητές” τόσο για τον δημιουργό του λογισμικού όσο και για τον χρήστη. Ταυτόχρονα πρόσφερε πάρα πολλές διευκολύνσεις. Ο δημιουργός του λογισμικού το τοποθετεί στα διάφορα Cloud Storages που διαθέτουν διάφορες εταιρίες, στη συνέχεια ο χρήστης απλά βρίσκει το λογισμικό που τον ενδιαφέρει, έχοντας εγκατεστημένο στον υπολογιστή του, στο κινητό του κτλ το αντίστοιχο native application του παρόχου, το κατεβάζει τοπικά στην συσκευή του, το εγκαθιστά και έτσι όλη η διαδικασία των ενημερώσεων αυτοματοποιείται. Η native εφαρμογή, όταν ο δημιουργός του λογισμικού δημοσιεύσει κάποια νέα έκδοση, το κατεβάζει τοπικά και το εγκαθιστά χωρίς να χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη τεχνική γνώση. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να πραγματοποιείται αυτόματα η αποδοχή και η εκτέλεση της ενημέρωσης.

Η παραπάνω τεχνολογία αποτελεί ένα είδος επανάστασης αρχικά στη χρήση του διαδικτύου αλλά και στη λειτουργία και τη χρηστικότητα των ηλεκτρονικών υπολογιστών και όλων των ηλεκτρικών συσκευών που υποστηρίζουν την διασύνδεση με το διαδίκτυο. Επίσης, πολύ σημαντικό, έλυσε σε μεγάλο βαθμό, το πρόβλημα που υπήρχε παλιότερα στις ενημερώσεις ασφαλείας, που είτε ο χρήστης δύσκολα μπορούσε να τις βρει είτε δεν μπορούσε να τις εγκαταστήσει λόγω της τεχνικής εξοικείωσης που χρειαζόταν. Με την έλευση της τεχνολογίας υπολογιστικού νέφους οποιαδήποτε ενημέρωση ασφαλείας για το εκάστοτε λογισμικό γίνεται αυτόματα.

2.2 Χρήση των ηλεκτρονικών καταστημάτων

Στο κεφάλαιο αυτό, θα γίνει αναφορά σε μερικά από τα πιο γνωστά ηλεκτρονικά καταστήματα εφαρμογών, όπως το App Store για iOS λογισμικά, το Google Play Store ή Android Market της Google για Android και το Windows Store της Microsoft για συσκευές Windows. Επίσης θα αναφερθεί ο τρόπος λειτουργίας των καταστημάτων, όπως η εγκατάσταση των προϊόντων (προγράμματα λογισμικού), ο τρόπος ενημέρωσής τους, καθώς και η πολιτική του κάθε καταστήματος, πως δηλαδή γίνεται αποδεκτή μια εφαρμογή στη “φιλοξενία” από το κατάστημα, το κόστος που έχει αυτή η διαδικασία κτλ..

Google Play Store



Εικόνα 2.1 Λογότυπο καταστήματος εφαρμογών Google Play Store [39]

Το Google Play Store, είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα, το οποίο αναπτύσσεται από την ίδια τη Google και λειτουργεί σε όλες τις συσκευές κινητού υπολογισμού (κινητά τηλέφωνα, tablets, κ.α.) με λειτουργικό σύστημα Android. Το λογισμικό που φιλοξενείται και είναι διαθέσιμο προς χρήση, είτε δωρεάν είτε επί πληρωμή, από τους χρήστες Android συσκευών, αναπτύσσεται μέσω του εργαλείου Android software development kit (SDK). Το Google Play, λειτουργεί επίσης και ως κέντρο δεδομένων (Media Center), δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να ακούσουν μουσική, να διαβάσουν περιοδικά και βιβλία ή να δουν ταινίες και τηλεοπτικά προγράμματα.

Το 2016 το Google Play Store μετρούσε πάνω από 82 λήψεις εφαρμογών, ενώ το Φλεβάρη του 2017 είχε στα αποθετήριά του πάνω από 2.7 εκατομμύρια δημοσιευμένες εφαρμογές, σε πάνω από 145 χώρες στις οποίες οι χρήστες Android συσκευών μπορούν να έχουν πρόσβαση. Τα παραπάνω νούμερα, μας δίνουν μια μικρή εικόνα, για το τεράστιο μέγεθος αυτής της πλατφόρμας, τις δυνατότητες που δίνονται στον χρήστη, καθώς επίσης αποτελούν ζωντανή απόδειξη πως οι τεχνολογίες νέφους έχουν έρθει για να μείνουν.

Για να γίνει διαθέσιμη μία εφαρμογή, ένας προγραμματιστής ή μια εταιρία, χρειάζεται να πληρώσει μια φορά 25 δολάρια για να αποκτήσει έναν λογαριασμό Google Play Developer Console. Το λογισμικό που είναι πλέον διαθέσιμο από το Google Play Store, μπορεί να διατίθεται δωρεάν προς χρήση ή επί πληρωμή. Αναλυτικότερα:

1. Ο ιδιοκτήτης του λογισμικού έχει τη δυνατότητα να ελέγχει σε ποιες χώρες θα είναι διαθέσιμο το λογισμικό του, καθώς επίσης και το κόστος αγοράς του λογισμικού από τον τελικό χρήστη, με τη δυνατότητα να το διαφοροποιεί από χώρα σε χώρα.
2. Στην περίπτωση που το λογισμικό διατίθεται επί πληρωμή, ο ιδιοκτήτης, δικαιούται το 70% του κόστους και το υπόλοιπο 30% πάει σε διάφορα πάγια έξοδα καθώς και ένα ποσοστό από αυτό πηγαίνει στην Google.

Άλλες δυνατότητες που παρέχονται:

1. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να κυκλοφορήσει κάποια δοκιμαστική έκδοση του προϊόντος και να την διαθέσει σε συγκεκριμένους χρήστες, ομάδες κτλ.

2. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να διαθέσει τις αναβαθμίσεις του λογισμικού του σταδιακά, απευθυνόμενος πρώτα σε λίγους χρήστες, στη συνέχεια σε περισσότερους κ.ο.κ.
3. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να προπαραγγείλουν λογισμικό, όπως επίσης και ταινίες, μουσική, βιβλία κτλ.
4. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να ζητήσουν αποζημίωση μέχρι και 48 ώρες από τη στιγμή που αγόρασαν ένα λογισμικό.

Το Google Play Store, όπως και τα άλλα καταστήματα εφαρμογών, κάνουν ενημερώσεις στις συσκευές, βασισμένες στην τεχνολογία υπολογιστικού νέφους. Μόλις υπάρχει μια ενημέρωση για ένα λογισμικό, το Google Play Store, εμφανίζει μια ειδοποίηση στον χρήστη ότι υπάρχει η δυνατότητα ενημέρωσης κάποιας εφαρμογής. Ο χρήστης από την πλευρά του, πρέπει να δεχτεί να γίνει εγκατάσταση αυτής της ενημέρωσης και μόλις γίνει η αποδοχή, η ενημέρωση του λογισμικού γίνεται αυτόματα, χωρίς να χρειάζεται κάποια παραπάνω διεργασία από των χρήστη[40].

App Store



Εικόνα 2.2 Λογότυπο καταστήματος εφαρμογών App Store[41]

Το iOS App Store είναι η πλατφόρμα που αναπτύσσει η Apple και είναι προεγκατεστημένη σε όλες τις συσκευές κινητού υπολογισμού iOS λειτουργικού συστήματος. Το λογισμικό που φιλοξενείται και είναι διαθέσιμο προς χρήση από τους κατόχους των συσκευών αυτών αναπτύσσεται μέσω του εργαλείου iOS Software Development Kit (iOS SDK) και είναι διαθέσιμο είτε δωρεάν είτε επί πληρωμή, ανάλογα με τη χρήση που γίνεται στο λογισμικό ή την εξ' αρχής αγορά της εφαρμογής για την πλήρη λειτουργία της. Το App Store, κυκλοφόρησε τον Ιούλιο του 2008, έχοντας στα αποθετήριά του μισό εκατομμύριο εφαρμογές έτοιμες προς χρήση, με το νούμερο αυτό έως τον Ιανουάριο του 2017 να έχει εκτοξευθεί στις 2.2 εκατομμύρια εφαρμογές.

Για τη χρήση του iOS App Store ένας προγραμματιστής ή μία εταιρεία πληρώνει ετήσια συνδρομή, η οποία ανέρχεται στα 99 δολάρια και του δίνει τη δυνατότητα να προσφέρει

στους χρήστες των iOS συσκευών τις εφαρμογές που έχει στην κατοχή του και φυσικά να μπορεί να τις διαχειριστεί. Όταν κάποιο λογισμικό αγοράζεται από κάποιον χρήστη, οι διάφοροι φόροι που υπάρχουν ανά χώρα καλύπτονται από την Apple. Οι φόροι κυμαίνονται μεταξύ 2% και 4% της τιμής του λογισμικού. Η Apple αμείβεται με το 30% των εσόδων από την πώληση ενός λογισμικού μέσα από το iOS App Store και ο δημιουργός του λογισμικού παίρνει το 70% του ποσού αυτού.

Οι τρόποι με τους οποίους το λογισμικό που είναι διαθέσιμο από το iOS App Store διατίθεται στον χρήστη είναι οι παρακάτω:

1. Το λογισμικό διατίθεται δωρεάν, αλλά κατά το περιεχόμενό του χαρακτηρίζεται από μεγάλο πλήθος διαφημίσεων που αποτελούν μία μορφή εσόδων.
2. Το λογισμικό διατίθεται εν μέρει δωρεάν. Έτσι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα δωρεάν πρόσβασης και χρήσης κάποιων υπηρεσιών της εφαρμογής, ενώ κάποιες άλλες είναι απαραίτητο να αγοραστούν με το ποσό που έχει καθοριστεί για την καθεμία. Στην περίπτωση αυτή ο χρήστης επιλέγει ποιες και πόσες υπηρεσίες θα χρησιμοποιήσει ανάλογα με τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα του.
3. Το πλήρες λογισμικό διατίθεται αποκλειστικά με την αγορά του.

Οι ενημερώσεις στις εφαρμογές που διατίθενται μέσω του iOS App Store πραγματοποιούνται βασισμένες στην τεχνολογία υπολογιστικού νέφους, στην ίδια λογική με το Google Play Store, που αναλύθηκε παραπάνω. Στην περίπτωση της Apple όμως, υπάρχει μια διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες εταιρείες που προσφέρουν παρόμοιες υπηρεσίες. Το λογισμικό της, δεν λειτουργεί σε όλες τις συσκευές της Apple που τρέχουν με λειτουργικό macOS. Συγκεκριμένα, με την αγορά ενός προϊόντος της Apple, παρέχεται ενημέρωση σχετικά με τον χρόνο υποστήριξης του προϊόντος και μετά πέρας αυτής της ημερομηνίας παύει η συσκευή να ενημερώνεται από το iOS App Store και να μπορεί να κατεβάζει τις νέες εφαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο η Apple αναγκάζει τους χρήστες να πρέπει να προβούν σε αγορά καινούργιας συσκευής [42].

Testflight

Το εργαλείο Testflight χρησιμοποιείται για τον έλεγχο δοκιμαστικών (beta) εκδόσεων εφαρμογών κινητού υπολογισμού, πριν την επίσημη κυκλοφορία τους. Το Testflight χρησιμοποιείται κυρίως από ομάδες ανάπτυξης λογισμικού για προϊόντα της εταιρείας Apple. Πέραν της αυτοματοποιημένης λειτουργίας Fastlane για τον έλεγχο της δοκιμαστικής έκδοσης, ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί ακολουθώντας μεμονωμένα βήματα μέσω της διαδικτυακής πύλης iTunes Connect, το οποίο επιτρέπει την εισαγωγή εσωτερικών και εξωτερικών ελέγχων. Οι εσωτερικοί αξιολογητές αποτελούν μέρος της ομάδας ανάπτυξης, επομένως είναι μόνο οι προγραμματιστές ή εκείνοι που έχουν ρόλους προγραμματιστών στην ομάδα του iTunes Connect (διαχειριστές). Ο χρόνος που απαιτείται για τον έλεγχο της εφαρμογής αποδίδεται

κυρίως στη δημιουργία της εφαρμογής στο iTunes Connect και την υποβολή της εφαρμογής μέσω Xcode, η οποία μπορεί να διαρκέσει προκειμένου να εγκριθεί μέσω του αυτοματοποιημένου συστήματος επιθεώρησης εφαρμογών Apple. Επιπλέον, πρέπει να δηλωθούν ρητά κάποιες πληροφορίες σχετικά με τη δοκιμαστική εφαρμογή που υποβάλλεται, όπως μια περιγραφή και τι πρέπει να δοκιμαστεί[43].

TestFairy

Το TestFairy είναι μία από τις συνιστώμενες εναλλακτικές λύσεις του TestFlight. Λειτουργεί για iOS και Android και δεκάδες άλλες πλατφόρμες και παρέχει κάτι περισσότερο από απλή διανομή εφαρμογών. Το TestFairy παρέχει βίντεο που δείχνουν τι ακριβώς συνέβη στην εφαρμογή σας προτού προκληθεί κάτι. Η υπηρεσία παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή στη συσκευή τους και να στείλουν τα σχόλιά τους στον προγραμματιστή. Αυτή η ανατροφοδότηση, μπορεί να ωθηθεί αυτόματα σε Slack ή JIRA, με ένα βίντεο που δείχνει τι ακριβώς έγινε με τον χρήστη[44].

Applivery

Το Applivery παρέχει επίσης μία από τις πιο ολοκληρωμένες λύσεις, προσφέροντας ενσωμάτωση με Slack, JIRA και Google Analytics. Επιτρέπει επίσης τη μεταφόρτωση εφαρμογών αυτόματα, απευθείας από το διακομιστή στον οποίο πραγματοποιείται η ανάπτυξη λογισμικού, που είναι έτοιμη να χρησιμοποιεί Bitrise, Jenkins, Travis-CI ή οποιαδήποτε άλλη συνεχή πλατφόρμα ολοκλήρωσης, ανάπτυξης και παράδοσης. Επιπλέον, παρέχει ακόμη και ένα plugin Fastlane το οποίο αυτοματοποιεί όπως και στο TestFlight τη διαδικασία επιθεώρησης της εφαρμογής, ακριβώς όπως και οι ανταγωνιστές του. Το συγκεκριμένο σύστημα παρέχει ένα REST API το οποίο καλύπτει ένα μεγάλο εύρος δυνατοτήτων[45].

Windows Store



Εικόνα 2.3 Εξέλιξη λογότυπου καταστήματος εφαρμογών Windows[46]

Το Windows Phone Store, με προηγούμενη ονομασία Windows Phone Marketplace είναι το κατάστημα εφαρμογών που ανέπτυξε η Microsoft για τις Windows συσκευές κινητού υπολογισμού. Ξεκίνησε με το Windows Phone 7 τον Οκτώβριο του 2010. Με την

ανάπτυξη του Windows Phone 7.5, η Microsoft παρουσίασε το διαδικτυακό Marketplace που προσέφερε εγκατάσταση εφαρμογών χρησιμοποιώντας τεχνολογίες νέφους. Τον Αύγουστο του 2012, η Microsoft μετονομάστηκε σε Windows Phone Store. Το 2015 η Microsoft ανακοίνωσε ότι το Windows Phone Store θα καταργηθεί σταδιακά και θα αντικατασταθεί από το Windows Store, το οποίο θα λειτουργεί ως ενοποιημένο κατάστημα για όλες τις συσκευές που λειτουργούν με Windows. Αυτή η διαδικασία αναπτύχθηκε σταδιακά με τη βοήθεια της ιστοσελίδας των Windows, μια προσωρινή λύση πριν από το ενοποιημένο κατάστημα. Το Windows Store, η πλατφόρμα ψηφιακής διανομής για τα Microsoft Windows, ξεκίνησε ως κατάστημα εφαρμογών για τα Windows 8 και Windows Server 2012, ως το κύριο μέσο διανομής των εφαρμογών Universal Platform της πλατφόρμας. Με τα Windows 10, ωστόσο, η Microsoft συγχώνευσε τις άλλες πλατφόρμες διανομής (Windows Marketplace, Windows Phone Store, Xbox Video και Xbox Music) στο Windows Store, καθιστώντας το ενιαίο σημείο διανομής για εφαρμογές, ψηφιακά δεδομένα όπως βίντεο και μουσική και ηλεκτρονικό βιβλίο. Ωστόσο, το Σεπτέμβριο του 2017, οι υπηρεσίες του ηλεκτρονικού καταστήματος μουσικής αντικαταστάθηκε από την Spotify.

Σύμφωνα με τη Microsoft, τον Σεπτέμβρη του 2015 υπήρχαν πάνω από 669.000 εφαρμογές διαθέσιμες στο Windows Store. Οι εφαρμογές αυτές προορίζονται για χρήση σε Windows NT, δηλαδή προσωπικούς υπολογιστές, Windows Phone ή και για γενική χρήση που καλύπτει κάθε Windows συσκευή.

Τόσο οι δωρεάν όσο και οι εφαρμογές που διατίθενται επί πληρωμή μπορούν να διανεμηθούν μέσω του Windows Store. Στη δεύτερη περίπτωση, το κόστος κυμαίνεται από \$0,99 έως και \$999,99. Όπως συμβαίνει και με άλλες παρόμοιες πλατφόρμες, όπως το App Store και το Google Play, οι εφαρμογές στο Windows Store πρέπει να πιστοποιούνται για συμβατότητα και περιεχόμενο. Κατά την πώληση των εφαρμογών, η Microsoft λάμβανε το 30% της τιμής και από την 1η Ιανουαρίου 2015, που τα κέρδη του επενδυτή έφτασαν τα \$25.000, το ποσοστό της μειώθηκε στο 20%^{[47][48]}.

Παρουσίαση λύσεων και εναλλακτικών για διαχείριση και ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο

3.1 Πλατφόρμα διαχείρισης εφαρμογών Ionic Cloud

Η πλατφόρμα Ionic προσφέρει μια σειρά ισχυρών, υβριδικών, backend υπηρεσιών και εργαλείων κινητής υποστήριξης που καθιστούν εύκολη και γρήγορη την κλιμάκωση υψηλής απόδοσης υβριδικών εφαρμογών, με ταχείς ρυθμούς. Οι υπηρεσίες αυτές στηρίζονται στο γεγονός ότι η εφαρμογή κινητού υπολογισμού είναι κατασκευασμένη με τεχνολογίες ιστού σε αντίθεση με τις υπηρεσίες άλλων πλατφορμών. Παρακάτω παρατίθενται οι υπηρεσίες που παρέχει το Ionic (με έκδοση 1.6.5. ή νεότερη), αξιοποιώντας τις δυνατότητες που προσφέρει το Ionic CLI (Command Line Interface)[\[49\]](#).











Εικόνα 3.1 Λογότυπα υπηρεσιών πλατφόρμας Ionic Cloud [\[50\]](#)

Διαδικασία ταυτοποίησης χρήστη

Η πρώτη σε σειρά υπηρεσία της πλατφόρμας του Ionic είναι το “Auth”, γνωστή ως υπηρεσία ελέγχου ταυτότητας χρήστη (user authentication service). Αποτελεί βασική λειτουργία πολλών εφαρμογών, μιας και καθιστά απίστευτα εύκολη την ταυτοποίηση

των χρηστών μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή άλλων κοινωνικών υπηρεσιών σε μεγάλα δίκτυα όπως το Facebook, Google, Twitter και πολλά άλλα. Επίσης, η υπηρεσία αυτή εκτός από επαλήθευση της ταυτότητας του χρήστη, παρέχει και ασφαλή αποθήκευση, έλεγχο και επαναφορά κωδικών πρόσβασης, διαχείριση συνόδων (sessions), όπως επίσης αποθήκευση στοιχείων χρήστη και προσαρμοσμένων δεδομένων. Οι πάροχοι ελέγχου ταυτότητας με τους οποίους μπορεί να γίνει η είσοδος/έξοδος χρήστη και η διαχείριση των στοιχείων τους παρατίθενται παρακάτω, ενώ η αρχική ρύθμισή τους και η μετέπειτα χρήση μπορεί να διαφέρει ανά πάροχο [49].

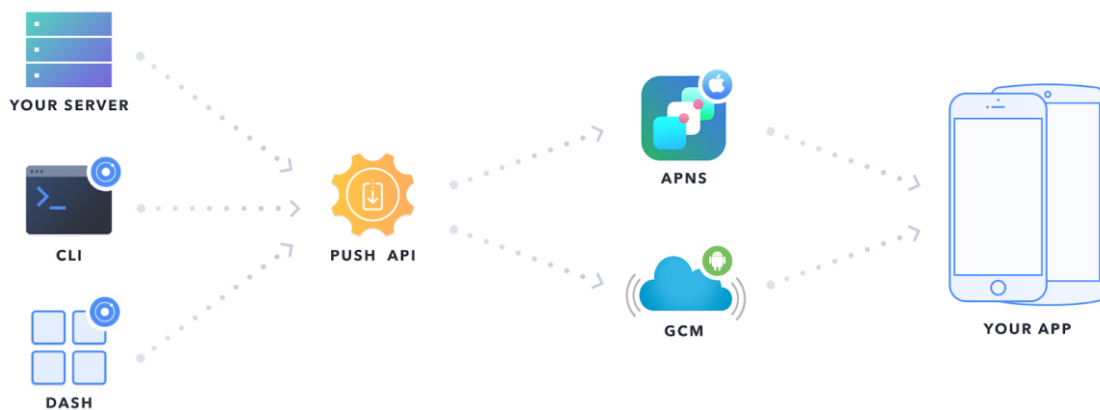
Πάροχος	Ρύθμιση και Χρήση
 Email/Password	(see below for usage)
 Custom	In-App Browser
 Facebook	Native Login (preferred) / In-App Browser
 Google	Native Login (preferred) / In-App Browser
 Twitter	In-App Browser
 Instagram	In-App Browser
 LinkedIn	In-App Browser
 Github	In-App Browser

Εικόνα 3.2 Χρήση και ρύθμιση παρόχων ελέγχου ταυτότητας [49]

Προώθηση ειδοποιήσεων

Το Ionic επίσης επιτρέπει τη δημιουργία και αποστολή ειδοποιήσεων μέσω ενός απλού πίνακα ελέγχου από μία εφαρμογή κινητού υπολογισμού στις συσκευές των χρηστών για να τους ειδοποιήσουν για αλλαγές στη δραστηριότητά τους. Οι ειδοποιήσεις αυτές λαμβάνονται από το χρήστη ανεξάρτητα από το αν η εφαρμογή είναι ενεργή τη δεδομένη στιγμή στη συσκευή τους, κρατώντας τους συνδεδεμένους στον IMC (Instant Messaging Client) και ενημερωμένους, χάρη στις ηχητικές ή αναδυόμενες ειδοποιήσεις. Οι ειδοποιήσεις push προσφέρουν τη δυνατότητα ενημέρωσης για εξελίξεις, προσφορές, νέα, σημεία και ώρες συναντήσεων ανά πάσα στιγμή και με άμεσο τρόπο που δεν

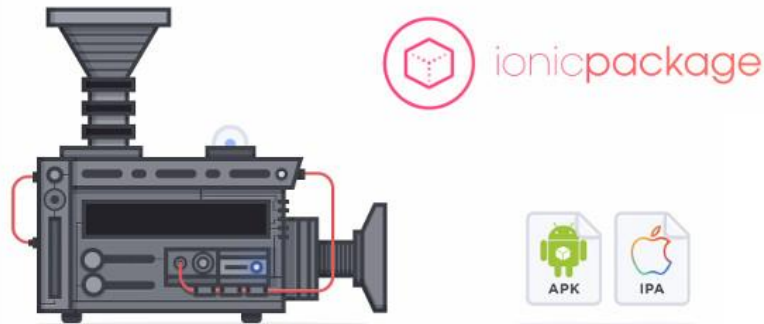
εξαρτάται από τη δυνατότητα πρόσβασης των χρηστών σε υπολογιστή. Για το σκοπό αυτό δεν απαιτείται από μία συσκευή κινητού υπολογισμού να είναι ανοικτή ώστε ο χρήστης να λάβει την ειδοποίηση, αλλά τον κρατά ενημερο ανά πάσα στιγμή, είτε βρίσκεται μέσα σε αυτή, είτε η συσκευή του είναι κλειδωμένη. Αυτό μεταβάλλεται από εφαρμογή σε εφαρμογή, αφού κατά τη δημιουργία των ενημερώσεων δίνεται η δυνατότητα της επιλογής περιπτώσεων εμφάνισής τους, καθορισμού του κοινού αποστολής, όπως και προγραμματισμός ημερομηνίας και ώρας, σύμφωνα με τις απαιτήσεις και τις ανάγκες της εφαρμογής. Η υπηρεσία αυτή προσφέρει επίσης ένα απλό API για την αποστολή ειδοποιήσεων Push από τους διακομιστές του δημιουργού και υποστηρίζει συσκευές με λειτουργικά συστήματα iOS και Android[49].



Εικόνα 3.3 Στάδια εξέλιξης διαδικασίας αποστολής ειδοποιήσεων[51]

Υπηρεσία ανάπτυξης εφαρμογών σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους

Η υπηρεσία Ionic Package επιτρέπει τη γρήγορη δημιουργία αναπτυξιακών και παραγωγικών ενσωματώσεων μιας εφαρμογής, οι οποίες μπορούν να υποβληθούν στο Apple App Store και το Google Play Store ή να εγκατασταθούν απευθείας στις συσκευές φίλων, μελών οικογένειας ή/και συναδέλφων. Μέσω αυτής της υπηρεσίας δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών για πλατφόρμες συσκευών που δεν υποστηρίζονται από τον εκάστοτε υπολογιστή, καθιστώντας τη ιδανική υπηρεσία για προγραμματιστές που χρησιμοποιούν Windows και θέλουν να αναπτύξουν εφαρμογές για iOS. Αυτό οφείλεται στο περιβάλλον ανάπτυξης της εφαρμογής, μιας και πρόκειται για μία πολύ χρήσιμη τεχνολογία υπολογιστικού νέφους, δημιουργώντας απευθείας τα αρχεία .apk και .ipa (επεκτάσεις των εκτελέσιμων αρχείων για Android και iOS αντίστοιχα) ώστε να μπορούν στη συνέχεια να υποβληθούν στα καταστήματα εφαρμογών.



Εικόνα 3.4 Εξαγωγή εκτελέσιμων αρχείων μέσω της υπηρεσίας Ionic Package [50]

Δίνεται ακόμα η δυνατότητα αποστολής των εκτελέσιμων αρχείων σε μεμονωμένους χρήστες για την εγκατάστασή τους σε συγκεκριμένες συσκευές χωρίς τη μεσολάβηση καταστημάτων. Προαπαιτούμενη σε αυτή την περίπτωση είναι η δημιουργία ενός προφίλ ασφαλείας με τα διαπιστευτήρια εφαρμογής, Android App Keystore και iOS App Certificate & Provisioning Profile, αντίστοιχα [50].



Εικόνα 3.5 Επικοινωνία API της υπηρεσίας Ionic Package [50]

Ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο



Εικόνα 3.6 Λογότυπο της υπηρεσίας Ionic Deploy [49]

Το Ionic Deploy είναι μία υπηρεσία που επιτρέπει την ενημέρωση των εφαρμογών κατόπιν αιτήματος για τυχόν αλλαγές που δεν απαιτούν δυαδικές τροποποιήσεις, εξοικονομώντας ημέρες ή ακόμα και εβδομάδες χρόνου αναμονής, μιας και δεν είναι απαραίτητη η εκ νέου υποβολή της. Βασιζόμενη στο υπολογιστικό νέφος, η υπηρεσία

αυτή δίνει επίσης τη δυνατότητα της επαναφοράς της εφαρμογής σε μία προηγούμενη έκδοση, αλλά και της αυτόματης εφαρμογής νέων ενημερώσεων. Έτσι επιτυγχάνεται αποδοτικός έλεγχος κάθε πτυχής της αναβάθμισης, γεγονός που πέρα από την εξοικονόμηση πολύτιμου χρόνου, αποσκοπεί και στη βελτιωμένη ευστάθεια της εφαρμογής[49].

Η διαχείριση και ενημέρωση μιας εφαρμογής σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους, όπως και αυτή η υπηρεσία, επιτρέπουν την δημοσίευση αλλαγών σε τεχνολογίες ιστού (όπως HTML, JS, CSS) απευθείας στους χρήστες, χωρίς να μεσολαβεί το αντίστοιχο κατάστημα εφαρμογών. Συνοπτικά, λοιπόν οι δυνατότητες που παρέχει είναι:

1. Αμεσότητα, μιας και η ενημέρωση της εφαρμογής κινητού υπολογισμού πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο κατόπιν αιτήματος.
2. Εξοικονόμηση χρόνου λόγω παράλειψης εγκρίσεων καταστήματος εφαρμογών της εκάστοτε πλατφόρμας που απαιτεί τον αντίστοιχο χρόνο αναμονής.
3. Άμεση κάλυψη σφαλμάτων και παράθεση νέων λειτουργιών και χαρακτηριστικών.
4. Διαφορετικές δοκιμές μεταφορτώνοντας εναλλακτικά στιγμιότυπα σε διαφορετικά κανάλια. Στιγμιότυπα θεωρούνται κάποιες μορφές σε διαφορετικά στάδια της εφαρμογής, που επιτρέπουν την εναλλαγή μεταξύ διαφορετικών εκδόσεων ή την γρήγορη επαναφορά σε μια προηγούμενη έκδοση. Τα στιγμιότυπα αυτά αναπτύσσονται σε διαφορετικά κανάλια. Τα κανάλια (Channels) δίνουν τη δυνατότητα ανάπτυξης διαφορετικών στιγμιότυπων της εφαρμογής σε διαφορετικές συσκευές και χαρακτηρίζονται από ένα όνομα και μια επικέτα. Η επικέτα είναι ένα μοναδικό όνομα που το χαρακτηρίζει και παρέχεται στην περίπτωση που το όνομα είναι περίπλοκο ή έχει αλλάξει.

Σε περίπτωση που η εφαρμογή έχει δεχτεί δυαδικές αλλαγές, για την ενημέρωση είναι απαραίτητη η μεσολάβηση του καταστήματος εφαρμογών και δε μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα χρησιμοποιώντας τις τεχνολογίες υπολογιστικού νέφους σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο. Δυαδικές ενημερώσεις αποτελούν η αλλαγή Cordova πλατφόρμας, η προσθήκη ενός νέου Plugin ή μιας Native βιβλιοθήκης.

Απαιτούμενα για την χρήση του Ionic Deploy αποτελούν η εγκατάσταση και ρύθμιση του Cloud Client και μία φυσική συσκευή Android ή iOS.

Ξεκινώντας τις απαραίτητες ρυθμίσεις για εφαρμογή των ενημερώσεων σε πραγματικό χρόνο, πρώτο βήμα αποτελεί η εγκατάσταση του Plugin Ionic Deploy, το οποίο ενημερώνει την εφαρμογή σε συσκευές Android και iOS.

```
$ cordova plugin add ionic-plugin-deploy --save
```

Έπεται η εισαγωγή του Deploy από το Cloud Client και ο καθορισμός του ως προαπαιτούμενο εργαλείο.

```
import {Component} from '@angular/core';
import {Deploy} from '@ionic/cloud-angular';

@Component( ... )
export class MyPage {
  constructor(public deploy: Deploy) {
    ...
  }
}
```

Τα κανάλια, όπως προαναφέρθηκε, δίνουν τη δυνατότητα της εγκατάστασης διαφορετικής έκδοσης της εφαρμογής σε διαφορετικές συσκευές, με τη μορφή κάθε ξεχωριστής έκδοσης να αποτελεί ένα στιγμιότυπο.

Αρχικά υπάρχουν τρία προκαθορισμένα κανάλια για κάθε εφαρμογή, με τις ονομασίες:

1. production
2. staging
3. dev

Υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης περισσότερων καναλιών, σε περίπτωση που χρειαστεί. Αρχικά το προεπιλεγμένο ενεργό κανάλι είναι το production, το οποίο και θα αναζητήσει νέα στιγμιότυπα, με σκοπό την εγκατάστασή τους.

Τα στιγμιότυπα δημιουργούνται ανεβάζοντας μία ολοκληρωμένη έκδοση της εφαρμογής, χρησιμοποιώντας το Ionic CLI. Το καθένα μπορεί να ενσωματωθεί σε διαφορετικό κανάλι και να εφαρμοστεί σε συγκεκριμένη συσκευή.

Για δημιουργία ενός στιγμιότυπου, τρέχουμε την εντολή upload στην κονσόλα, εισάγοντας μία μικρή περιγραφή στη θέση του "NOTE".

```
$ ionic upload --note "NOTE"
```

Έτσι δημιουργείται ένα μοναδικό στιγμιότυπο στο προεπιλεγμένο κανάλι.

Για τη δημιουργία ενός στιγμιότυπου και την ένταξή του σε συγκεκριμένο κανάλι απαιτείται η παρακάτω εντολή, με “CHANNEL_TAG” το όνομα ενός από τα προκαθορισμένα κανάλια ή ενός νέου προσαρμοσμένου καναλιού.

```
$ ionic upload --note "NOTE" --deploy CHANNEL_TAG
```

Σε αντίθεση με τις συνηθισμένες ενημερώσεις μέσω καταστημάτων εφαρμογών, πρέπει να εφαρμοστεί ο κώδικα ανάπτυξης σε πραγματικό χρόνο, στα σημεία που θα κάνει τη διαφορά για την εφαρμογή. Θα πρέπει να εκτελεστούν τα παρακάτω βήματα για να ενσωματωθούν οι ενημερώσεις:

- Έλεγχος αν έχει αναπτυχθεί νέο στιγμιότυπο

```
this.deploy.check().then((snapshotAvailable: boolean) => {  
  if (snapshotAvailable) {  
    // When snapshotAvailable is true, you can apply the snapshot  
  }  
});
```

- Εφαρμογή του στιγμιότυπου

```
this.deploy.download().then(() => {  
  return this.deploy.extract();  
});
```

- Ανανέωση της εφαρμογής

```
this.deploy.load();
```

Η αλλαγή του ενεργού καναλιού πραγματοποιείται μέσω της εντολής:

```
this.deploy.channel = 'dev';
```

Αν η ονομασία του καναλιού που προσπαθεί να ρυθμιστεί ως ενεργό είναι μη έγκυρη, το ενεργό κανάλι ρυθμίζεται και πάλι ως το προκαθορισμένο (production).

Η λίστα των στιγμιότυπων δεν είναι αποθηκευμένη απαραίτητα με σωστή ταξινόμηση. Η προβολή αυτής της λίστας επιτυγχάνεται με την παρακάτω εντολή.

```
this.deploy.getSnapshots().then((snapshots) => {  
  // snapshots will be an array of snapshot uuids  
});
```

Η διαγραφή ενός στιγμιότυπου, με σκοπό την απελευθέρωση χώρου της συσκευής πρέπει να γίνεται με προσοχή, διότι η κατάργηση του ενεργού στιγμιότυπου θα αχρηστεύει την εφαρμογή.

```
this.deploy.deleteSnapshot('366f119a-4d3b-46fd-b1be-1def98812344');
```

Τα Metadata επιτρέπουν τη ρύθμιση προσαρμοσμένων ζευγών κλειδιών-τιμών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή προσαρμοσμένων δεδομένων στις αναπτύξεις σας.

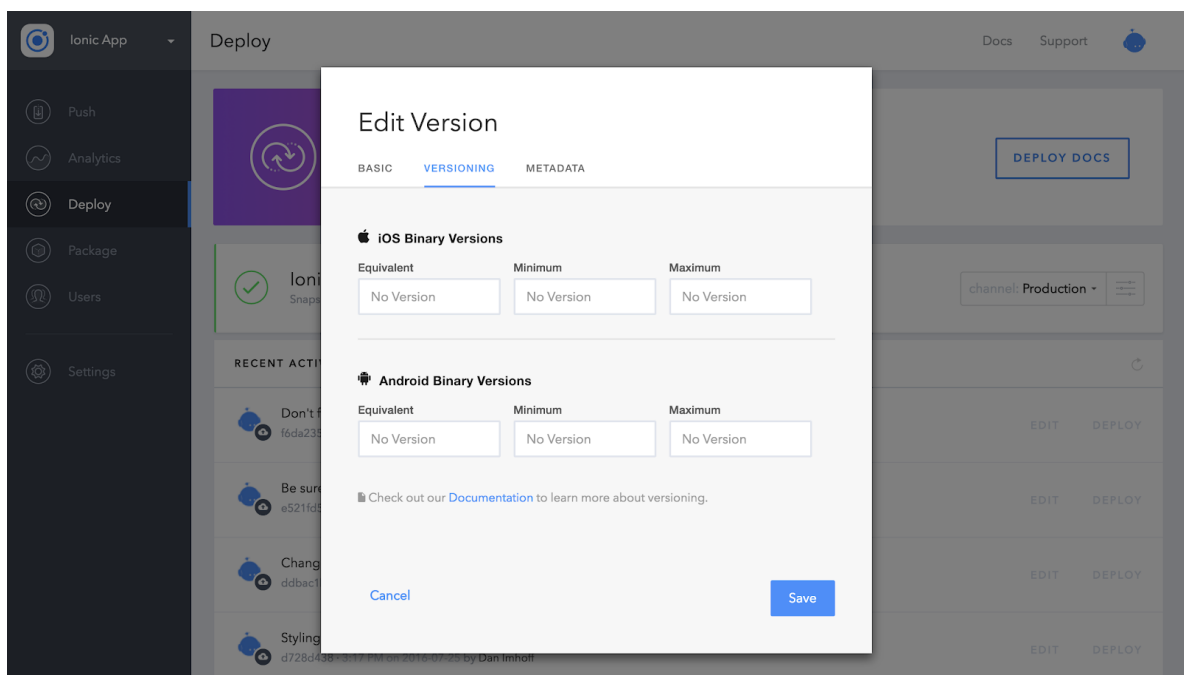
```
this.deploy.check().then((hasUpdate: boolean) => {  
  if (hasUpdate) {  
    this.deploy.getMetadata().then((metadata) => {  
      // use metadata  
    });  
  }  
});
```

Για καθορισμό των Metadata ενός συγκεκριμένου στιγμιότυπου, μπορούμε να τα ρυθμίσουμε βάσει του μοναδικού UUID του.

```
this.deploy.getMetadata('366f119a-4d3b-46fd-b1be-1def98812344')
  .then((metadata) => {
    // use metadata
  });
```

Η δυαδική έκδοση, ωστόσο, απαιτεί τη χρήση μιας σημασιολογικής έκδοσης για την έκδοση που έχει δημιουργηθεί και βάσει αυτού προσδιορίζεται το εάν ένα στιγμιότυπο ισχύει για μια συσκευή.

Η μορφή της σημασιολογικής έκδοσης ακολουθεί μια κοινή στρατηγική και αποτελείται από τρία μέρη, `major.minor.patch`. Κατά τη σύγκριση εκδόσεων, τηρείται η προτεραιότητα της έκδοσης. Παράδειγμα: `1.0.0 < 2.0.0 < 2.1.0 < 2.1.1`.



Εικόνα 3.7 Αλλαγή σημασιολογικής έκδοσης της εφαρμογής ανά πλατφόρμα [49]

Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, ίσως κριθεί απαραίτητη η προσθήκη ή η ενημέρωση κάποιου Plugin της Cordova, η ενημέρωση του sdk της πλατφόρμας ή η καταχώρηση αλλαγών που απαιτούν δυαδική ενημέρωση. Αν αναπτυχθεί ένα στιγμιότυπο της εφαρμογής που αναμένει τέτοιες αλλαγές, η εφαρμογή ενδέχεται να καταρρεύσει. Η δυαδική εκδοχή επιτρέπει να διακοπεί η ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο στις συσκευές, διαφορετικά η εφαρμογή θα καταστραφεί.

Υπάρχουν τρεις μηχανισμοί που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τόσο για το iOS όσο και για Android:

Πίνακας 4.1.1 Μηχανισμοί Ionic για την αποδοχή της ενημέρωσης βάσει έκδοσης

Ελάχιστο	Επιτρέπεται η ενημέρωση της εφαρμογής μόνο αν η εγκατεστημένη έκδοση είναι ίση ή μεγαλύτερη. Προτείνεται για την εισαγωγή δυαδικών αλλαγών.
Μέγιστο	Επιτρέπεται η ενημέρωση μόνο αν η εγκατεστημένη έκδοση είναι ίση ή μικρότερη. Προτείνεται για την ύπαρξη διαφορετικών μεγάλων εκδόσεων σε πολλά κανάλια, όταν πρέπει να ανακτηθεί παλαιότερη δυαδική έκδοση.
Ισοδύναμο	Δεν επιτρέπεται η ενημέρωση όταν η έκδοση είναι ισοδύναμη. Προτείνεται για τη δημοσίευση της εφαρμογής στο κατάστημα εφαρμογών, προς αποφυγή άσκοπων ενημερώσεων. [49] [50]

3.2 Πλατφόρμα διαχείρισης Ionic Pro

Τον Αύγουστο του 2017 ανακοινώθηκε πως λίγους μήνες αργότερα θα ακολουθούσε η κατάργηση της λύσης του Ionic Cloud, όπως και η αντικατάστασή του από τα εργαλεία και τις υπηρεσίες που προσφέρονται από το Ionic Pro, εστιάζοντας περισσότερο στην ανάπτυξη και τον έλεγχο παρά στις εικαστικές υπηρεσίες του mBaaS (Mobile Backend as a Service).

Οι υπηρεσίες που προσφέρει το Ionic Cloud κλονίστηκαν, με κάποιες από αυτές να φτάνουν ακόμα στην κατάργηση. Το Ionic Deploy, μία υπηρεσία που βοήθησε πολύ στις αλλαγές και ενημερώσεις εφαρμογών κινητού υπολογισμού, στο περιβάλλον του Ionic Pro πρόκειται να πάρει τη μορφή μιας νέας έννοιας, που θα ονομάζεται Environments. Πρόκειται για μία υπηρεσία διαχείρισης εφαρμογών που θα διαθέτει δικό του αποθετήριο, το ionic hub, παρέχοντας τη δυνατότητα της ιστορικής ροής των εργασιών, με την εύκολη εναλλαγή στα ενδιάμεσα στάδια. Έτσι διαφορετικοί προγραμματιστές θα έχουν τη δυνατότητα της παράλληλης εργασίας στο ίδιο έργο, χωρίς να επηρεάζει ο ένας τις αλλαγές του άλλου. Η δυνατότητα ανεβάσματος της νέας έκδοσης άμεσα χωρίς τη μεσολάβηση καταστημάτων εφαρμογών, όπως αυτό γινόταν στο Ionic Deploy, δε θα είναι διαθέσιμη πια στην καινούργια αυτή υπηρεσία. Στα

μελλοντικά σχέδια υπάρχει επίσης η προσθήκη ενός νέου Plugin Deploy, το οποίο θα αυτοματοποιήσει τη διαδικασία του χειροκίνητου προγραμματισμού των εφαρμογών.

Όσον αφορά τις αλλαγές στις δύο υπηρεσίες του Ionic Cloud, Push και Auth, από την 1^η Φεβρουαρίου 2018 σταματάει η παροχή τους μέσα από την πλατφόρμα του Ionic και θα πρέπει να αντικατασταθούν από εναλλακτικό πάροχο.

Για τις ειδοποιήσεις Push, η κοινότητα του Ionic συνιστά τις πλατφόρμες AWS Pinpoint, OneSignal και Firebase, με βάση τη συνολική δημοτικότητα τους και τον αριθμό των χρηστών οδηγών και docs που διευκολύνουν τη δημιουργία τους. Επιπλέον, η πλατφόρμα OneSignal δημιούργησε μια σελίδα ειδικά για δημιουργία και αποστολή Push ειδοποιήσεων για εφαρμογές ανεπτυγμένες σε Ionic.

Για την υπηρεσία ταυτοποίησης χρήστη προτείνονται οι πλατφόρμες AWS Cognito, Auth0 και Firebase. Η ομάδα του AWS Cognito παρέχει έναν πολύ καλό οδηγό για τη χρήση του Amazon Cognito με Ionic. Το blog της πλατφόρμας Auth0 παρέχει, επίσης, πολύ καλές πληροφορίες για τη χρήση του σε Ionic εφαρμογές.

Οι ιδρυτές του Ionic Cloud αφού έκριναν το προϊόν τους ακατάλληλο, πρότειναν τις παραπάνω πλατφόρμες για τις υπηρεσίες που δε θα προσφέρουν πια ούτε μέσω του Ionic Pro, εστιάζουν στην ευστάθεια όλων των υπολοίπων δυνατοτήτων που παρέχουν. Μερικές από αυτές τις παροχές των εργαλείων και των υπηρεσιών του Ionic είναι η εύκολη διαμόρφωση και σχεδίαση, η κατασκευή, ο έλεγχος, η ανάπτυξη και η παρακολούθηση των Ionic εφαρμογών [51].

3.3 Υπηρεσίες ανάπτυξης και διαχείρισης εφαρμογών Firebase

Το Firebase είναι μία πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού, τόσο για διαδικτυακές εφαρμογές όσο και για εφαρμογές κινητού υπολογισμού. Εξελίχθηκε από τις υπηρεσίες της εταιρείας ονόματι Envolv, που ιδρύθηκε το 2011 από τους James Tamplin και Andrew Lee. Ξεκίνησε ως υπηρεσία back-to-a-service για προγραμματιστές εφαρμογών που καθιστούσαν λειτουργικότητα σε πραγματικό χρόνο απλή για Shazam, NPR, SeatGeek και εκατοντάδες χιλιάδες άλλες εφαρμογές. Από το 2014 που αποκτήθηκε από την Google το 2014, η Firebase επεκτάθηκε για να γίνει η πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών της Google και αποτελεί πλέον απαραίτητο εργαλείο για προγραμματιστές [52].

Η Envolv ξεκίνησε με μία εντελώς διαφορετική από τη σημερινή της μορφή. Αρχικά, η υπηρεσία που παρείχε στους προγραμματιστές ήταν η δυνατότητα να ενσωματώνουν εργαλεία συνομιλίας πραγματικού χρόνου στις ιστοσελίδες τους μέσω API, με τη μορφή ενός γραφικού στοιχείου (widget). Ήταν ένα τεχνικά εντυπωσιακό έργο. Μετά την υπηρεσία συνομιλίας, οι Tamplin και Lee διαπίστωσαν ότι χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει επίσης δεδομένα εφαρμογών διαφορετικά από μηνύματα συνομιλίας. Οι προγραμματιστές χρησιμοποίησαν το Envolv για να συγχρονίσουν δεδομένα

εφαρμογών, όπως η κατάσταση του παιχνιδιού, σε πραγματικό χρόνο στους χρήστες τους. Οι Tamplin και Lee αποφάσισαν να διαχωρίσουν το σύστημα συνομιλίας και την αρχιτεκτονική πραγματικού χρόνου που την τροφοδοτούσαν και ίδρυσαν τη Firebase ως ξεχωριστή εταιρεία τον Απρίλιο του 2012.

Η Firebase Inc. μετά από δύο έτη κατά τα οποία αύξανε τη χρηματοδότηση των πόρων της, τον Οκτώβριο του 2014 εξαγοράστηκε από την Google, η οποία ένα χρόνο αργότερα αγόρασε το Divshot για να τα συγχωνεύσει. Από την εξαγορά, το Firebase έχει αναπτυχθεί μέσα στο Google και έχει επεκτείνει τις υπηρεσίες του με σκοπό μια ενοποιημένη πλατφόρμα για προγραμματιστές κινητού υπολογισμού καθώς και ευρύτερα προϊόντα ενσωματώνοντας διάφορες άλλες υπηρεσίες της Google. Επίσης, τον Ιανουάριο του 2017 η Google εξαγόρασε τα Fabric και Crashlytics από το Twitter για να συμμετάσχει και σε αυτές τις υπηρεσίες με την ομάδα της Firebase. Όλες αυτές οι κινήσεις οδήγησαν σε διεύρυνση των υπηρεσιών που παρέχει, σε κάποιες από τις οποίες γίνεται αναφορά παρακάτω [53].

Όσον αφορά τις υπόλοιπες υπηρεσίες που παρέχονται στην πλατφόρμα Firebase χωρίζονται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη περιέχει υπηρεσίες ανάπτυξης και ελέγχου της εφαρμογής, οι οποίες παρατίθενται παρακάτω [54].

Βάσεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο

Η υπηρεσία Realtime Database προσφέρει τη δυνατότητα αποθήκευσης και συγχρονισμού δεδομένων μεταξύ χρηστών και συσκευών, όπως πιστοποίηση ταυτότητας χρήστη, σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας μια βάση δεδομένων NoSQL που φιλοξενείται στο υπολογιστικό νέφος. Τα ενημερωμένα δεδομένα συγχρονίζονται σε συνδεδεμένες συσκευές σε κλάσματα δευτερολέπτου και παραμένουν διαθέσιμα όταν η εφαρμογή τεθεί εκτός σύνδεσης, προσφέροντας μεγάλη εμπειρία χρήστη ανεξάρτητα από τη σύνδεση δικτύου.

Ο συγχρονισμός σε πραγματικό χρόνο διευκολύνει τους χρήστες να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα τους από οποιαδήποτε συσκευή είτε από το διαδίκτυο είτε από μία συσκευή κινητού υπολογισμού και βοηθά την μεταξύ τους αλληλεπίδραση.

Η βάση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο παρέχεται με SDK για κινητά και διαδίκτυο, ώστε να επιτρέπεται η δημιουργία εφαρμογών χωρίς την ανάγκη διακομιστών. Δίνεται, επίσης, η δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα backend που ανταποκρίνεται στα συμβάντα που προκλήθηκαν από τη βάση δεδομένων χρησιμοποιώντας τη λειτουργία Cloud for Firebase που θα αναλυθεί σε επόμενο στάδιο.

Όταν οι χρήστες χάσουν τη σύνδεσή τους, τα SDK της υπηρεσίας αυτής χρησιμοποιούν τη τοπική μνήμη cache στη συσκευή για να προβάλλουν και να αποθηκεύουν τις αλλαγές. Όταν η συσκευή συνδεθεί, τα τοπικά δεδομένα συγχρονίζονται αυτόματα [54].

Υπηρεσία διάγνωσης σφαλμάτων

Η υπηρεσία Crash Reporting πραγματοποιεί τη διάγνωση προβλημάτων στην εφαρμογή κινητού υπολογισμού με λεπτομερείς αναφορές σφαλμάτων και συντριβών. Ιεραρχεί, επίσης, τις αναφορές ανά συχνότητα και σοβαρότητα του αντίκτυπου στην οθόνη του Firebase Crash, όπου παρακολουθείται η γενική κατάσταση της εφαρμογής, καθώς και η ροή των χρηστών.

Οι παροχές της υπηρεσίας αυτής συμβάλλουν στη διατήρηση της ευστάθειας της εφαρμογής κινητού υπολογισμού, παρέχοντας περιεκτικές πληροφορίες που επιδέχονται ενέργειες διάγνωσης και επίλυσης των προβλημάτων της. Τα θέματα καθαυτό τον τρόπο επιδιορθώνονται γρήγορα πριν επηρεάσουν πολλούς χρήστες. Το γεγονός αυτό συμβάλλει στην αποφυγή κακών αξιολογήσεων, διότι κάθε φορά που διακόπτεται η λειτουργία μίας εφαρμογής, οι χρήστες καλούνται να αφήσουν χαμηλή βαθμολογία στο εκάστοτε ηλεκτρονικό κατάστημα εφαρμογών.

Η ενσωμάτωση της υπηρεσίας αποτελεί μία εύκολη διαδικασία για μία iOS ή Android εφαρμογή και στη συνέχεια ξεκινά η αυτόματη καταγραφή των συντριβών. Ο πίνακας ελέγχου του Crash Reporting συγκεντρώνει παρόμοια σφάλματα και ορίζει προτεραιότητες αυτόματα, ώστε να επιτυγχάνεται η γρήγορη διόρθωση πριν επηρεαστούν περισσότεροι χρήστες. Οι αναφορές, επίσης, που συγκεντρώνονται είναι λεπτομερείς και παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις εκδόσεις εφαρμογών, τις εκδόσεις λειτουργικών συστημάτων και τα μοντέλα συσκευών στις οποίες έχουν καταγραφεί οι συντριβές. Με τη διάθεση αυτών των πληροφοριών προσδιορίζεται πιο γρήγορα η αιτία που το σφάλμα προκλήθηκε και αποκαθίσταται άμεσα η λειτουργία της εφαρμογής[54].

Αποθήκευση και χρήση δεδομένων στο νέφος

Το Cloud Storage της πλατφόρμας Firebase παρέχει υπηρεσίες αποθήκευσης και κοινής χρήσης του περιεχομένου που δημιουργείται από τους χρήστες, όπως εικόνα, ήχο και βίντεο, με ισχυρή και ταυτόχρονα απλή και οικονομικά αποδοτική αποθήκευση αντικειμένων που έχει σχεδιαστεί για την Google. Τα SDK του Firebase προσθέτουν στην υπηρεσία την ασφάλεια της Google για μεταφορτώσεις και λήψεις αρχείων για τις εφαρμογές κινητού υπολογισμού, ανεξάρτητα από την ποιότητα του δικτύου.

Η υπηρεσία αυτή έχει σχεδιαστεί για να βοηθήσει την εύκολη αποθήκευση και προβολή του περιεχομένου που δημιουργείται από τους χρήστες. Η υποδομή της είναι κατασκευασμένη χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία με τα Spotify και Google Photos.

Οι χρήστες, ωστόσο, δεν είναι πάντα συνδεδεμένοι, οπότε δημιουργήθηκε το Firebase SDK για τη συγκεκριμένη υπηρεσία με γνώμονα την κινητή συνδεσιμότητα. Η παύση και συνέχιση των μεταφορών πραγματοποιούνται αυτόματα καθώς η εφαρμογή χάνει

και ανακτά την κινητή συνδεσιμότητα, εξοικονομώντας έτσι στους χρήστες χρόνο και εύρος ζώνης[54].

Φιλοξενία εφαρμογών ιστού

Η υπηρεσία Hosting του Firebase παρέχει εργαλεία ειδικά σχεδιασμένα για την απλοποίηση της φιλοξενίας σύγχρονων εφαρμογών ιστού. Τα στοιχεία ιστού με το ανέβασμά τους μεταφέρονται αυτόματα στο παγκόσμιο CDN δίκτυο, παρέχοντας αυτόματα και διαμορφώνοντας ένα δωρεάν πιστοποιητικό SSL για κάθε αναπτυσσόμενο ιστότοπο, ώστε οι χρήστες να έχουν μια ασφαλή και αξιόπιστη εμπειρία χαμηλού λανθάνοντος χρόνου, ανεξάρτητα από το που βρίσκονται.

Το περιεχόμενο παραδίδεται γρήγορα ανεξάρτητα από τη θέση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης. Τα αρχεία που είναι εγκατεστημένα στο Firebase Hosting αποθηκεύονται σε σκληρούς δίσκους SSD σε κεντρικούς διακομιστές CDN σε όλο τον κόσμο.

Η ανάπτυξη της εφαρμογής από μία τοπική τοποθεσία στον ιστό πραγματοποιείται με μόλις μία εντολή. Παρέχεται, επίσης, η δυνατότητα προβολής του ιστορικού ανάπτυξης και επαναφοράς σε προηγούμενη έκδοση μέσω της κονσόλα του Firebase[54].

Προσομοίωση λειτουργίας

Η υπηρεσία Test Lab επιτρέπει την εκτέλεση αυτόματων αλλά και προσαρμοσμένων δοκιμών για Android εφαρμογές σε φυσικές και εικονικές συσκευές, προσομοιώνοντας πραγματικά περιβάλλοντα χρήσης. Η χρήση της υπηρεσίας αυτής καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ανάπτυξης της εφαρμογής συμβάλλει στην ανακάλυψη σφάλματων και ασυνεπειών, ώστε να προσφέρεται μεγάλη εμπειρία σε μια μεγάλη ποικιλία συσκευών.

Είτε στο Android Studio, σε περιβάλλον συνεχούς ενσωμάτωσης, είτε μέσω προγράμματος περιήγησης στο Web, το Firebase Test Lab συγχρονίζεται με τη ροή εργασίας. Μία ακόμα δυνατότητα που προσφέρει είναι η αυτόματη περιήγηση μέσω του συστήματος Robo που περιηγείται, αναφέρει σφάλματα και παρέχει στιγμιότυπα οθόνης, ώστε να εντοπίζονται τα προβλήματα πριν φτάσουν στους χρήστες της εφαρμογής. Οι περιεκτικές αναφορές δοκιμών περιλαμβάνουν τα αρχεία καταγραφής, τα στιγμιότυπα οθόνης και τα βίντεο, επιτρέποντας τη διόρθωση τυχόν σφαλμάτων που μπορεί να εντοπιστούν στην εφαρμογή και να επιστραφούν με μεγαλύτερη ευστάθεια. Η υπηρεσία αυτή μειώνει σημαντικά το κόστος δοκιμών των Android εφαρμογών[54].

Η δεύτερη κατηγορία υπηρεσιών που προσφέρονται στην πλατφόρμα Firebase, σύμφωνα με τον διαχωρισμό που η ίδια πλατφόρμα εφαρμόζει, περιέχει υπηρεσίες αύξησης της απήχησης της εφαρμογής και γενικότερα αφορά στην εμπλοκή των χρηστών. Οι υφιστάμενες υπηρεσίες της κατηγορίας αυτής παρατίθενται παρακάτω.

Υπηρεσία ανάλυσης αποδόσεων και συμπεριφοράς χρηστών

Μέσω της υπηρεσίας Google Analytics του Firebase αναλύονται οι αποδόσεις και η συμπεριφορά των χρηστών σε έναν ενιαίο πίνακα ελέγχου, ώστε να λαμβάνονται οι απαραίτητες αποφάσεις σχετικά με την πορεία του προϊόντος. Διατίθενται πληροφορίες πραγματικού χρόνου από αναφορές και υπάρχει, επίσης, η δυνατότητα εξαγωγής των δεδομένων των συμβάντων στο Google BigQuery για πιο προσαρμοσμένες αναλύσεις. Στα πλαίσια της υπηρεσίας αυτής παρέχεται δωρεάν και απεριόριστη αναφορά σε έως και 500 διαφορετικά γεγονότα. Το SDK καταγράφει αυτόματα ορισμένα καθορισμένα συμβάντα και ιδιότητες χρηστών, αλλά μπορούν να οριστούν και προσαρμοσμένα συμβάντα για καταμέτρηση πραγμάτων που έχουν μοναδική σημασία για την εκάστοτε επιχείρηση, ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις ιδιαιτερότητές της.

Το Analytics επιλύει δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά των χρηστών σε εφαρμογές iOS και Android, επιτρέποντας τη λήψη καλύτερων αποφάσεων σχετικά με τη βελτιστοποίηση και την προώθηση (marketing) του προϊόντος. Ενσωματώνει, επίσης, δεκάδες δίκτυα διαφημίσεων, διευκολύνοντας την παρακολούθηση και απόδοση των επιδόσεων καμπάνιας εφαρμογών σε πηγές με ένα μόνο SDK. Ο προγραμματιστής μπορεί να ορίσει προσαρμοσμένες ομάδες χρηστών (group) στην κονσόλα του Firebase με βάση τα δεδομένα των συσκευών και τη συμπεριφορά των χρηστών. Έχει, επίσης, τη δυνατότητα της διαχείρισης αυτών των τμημάτων για ειδοποιήσεις, δοκιμές και επαναληπτική εφαρμογή των υπηρεσιών προώθησης του AdWords, προϊόν του Firebase που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

Σημαντική πληροφορία αποτελεί το γεγονός πως τα δεδομένα χρήσης που συλλέγονται και παρουσιάζονται στα Analytics του Firebase προβάλλονται ζωντανά με αναφορά σε πραγματικό χρόνο. Η συμβολή του προϊόντος αυτού στην εξοικονόμηση πόρων ανά εγκατάσταση είναι αρκετά μεγάλη, βοηθώντας εταιρείες να μειώσουν το κόστος ακόμη και στο 24%^[54].

Διαφήμιση εφαρμογών

Μία προωθητική υπηρεσία ονόματι AdMob επιφέρει σημαντικό κέρδος προβάλλοντας τη συμμετοχή διαφημίσεων σε ένα ευρύ κοινό. Το AdMob διαθέτει όλα όσα είναι απαραίτητα για την εφαρμογή στρατηγικών δημιουργίας εσόδων πρώτης κατηγορίας και τη μεγιστοποίηση των εσόδων που επιτυγχάνονται από κάθε χρήστη. Είναι εύκολα προσαρμόσιμη υπηρεσία στα πλαίσια της εφαρμογή και τα API της είναι κατασκευασμένα έτσι ώστε να ενσωματώνουν εύκολα τις πολλές μορφές διαφημίσεων^[54].

Αξίζει, επίσης, να αναφερθεί πως υπάρχουν υπηρεσίες της πλατφόρμας Firebase σε δοκιμαστικό στάδιο (beta version). Αυτές είναι οι Crashlytics, Cloud Firestore, Cloud

Functions, Performance Monitoring και Predictions στα οποία γίνεται μία μικρή αναφορά παρακάτω.

Συγχρονισμός δεδομένων σε πραγματικό χρόνο

Μία ακόμη υπηρεσία είναι η Cloud Firestore, υπηρεσία που παρέχει τη δυνατότητα αποθήκευσης και συγχρονισμού δεδομένων μεταξύ χρηστών και συσκευών, σε παγκόσμια κλίμακα, χρησιμοποιώντας μια βάση δεδομένων noSQL που φιλοξενείται στο υπολογιστικό νέφος. Το Cloud Firestore προσφέρει συγχρονισμό σε πραγματικό χρόνο και υποστήριξη εκτός σύνδεσης. Η ενσωμάτωσή του με άλλα προϊόντα της Firebase παρέχει τη δυνατότητα της δημιουργίας εφαρμογών χωρίς διακομιστές[54].

Χρήση λειτουργιών υπολογιστικού νέφους

Η υπηρεσία Cloud Functions επεκτείνει την εφαρμογή με προσαρμοσμένο κώδικα υποστήριξης χωρίς να είναι απαραίτητη η διαχείριση και κλιμάκωση σε διακομιστές των προγραμματιστών[54].

Διάγνωση σφαλμάτων απόδοσης εφαρμογών

Μία ακόμα υπηρεσία σε δοκιμαστικό στάδιο είναι η Performance Monitoring. Μέσω αυτής παρέχεται η δυνατότητα της διάγνωσης προβλημάτων της απόδοσης των εφαρμογών που συμβαίνουν στις συσκευές των χρηστών. Με τα δεδομένα που παρέχει παρακολουθείται η απόδοση συγκεκριμένων τμημάτων της εφαρμογής και η συνοπτική προβολή της στην κονσόλα Firebase[54].

Ομαδοποίηση συμπεριφοράς χρηστών

Η τελευταία σε σειρά δοκιμαστική υπηρεσία του Firebase ονομάζεται Predictions. Το Firebase Predictions αναλύει τους μηχανισμούς και δημιουργεί δυναμικές ομάδες χρηστών βάσει της προβλεπόμενης συμπεριφοράς. Αυτές οι ομάδες χρηστών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στοχεύοντας σε άλλα προϊόντα, όπως ειδοποιήσεις, το Remote Config και πολλά άλλα[54].

Κάποιες από τις υπηρεσίες που προσφέρονται στην πλατφόρμα Firebase είναι κοινές με αυτές που προαναφέρθηκαν για το Ionic. Το αποτέλεσμα της υπηρεσίας ελέγχου ταυτότητας χρήστη Auth του Ionic, για παράδειγμα, είναι όμοιο με εκείνο της **Authentication** του Firebase, όπως και εκείνο της δημιουργίας και αποστολής ειδοποιήσεων με ονομασίες Push και **Cloud Messaging** αντίστοιχα. Φυσικά μία ακόμα κοινή υπηρεσία είναι εκείνη της ενημέρωσης εφαρμογής σε πραγματικό χρόνο, μέσω τεχνολογιών υπολογιστικού νέφους.

Ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο

Μέσω της υπηρεσίας Remote Config της πλατφόρμας Firebase πραγματοποιείται η προσαρμογή του τρόπου εμφάνισης της εφαρμογής κινητού υπολογισμού για κάθε χρήστη. Παρέχεται αναλυτικότερα η δυνατότητα τροποποίησης της εμφάνισης, η σταδιακή ανάπτυξη των λειτουργιών, η εκτέλεση δοκιμών A/B και η διανομή προσαρμοσμένου περιεχομένου σε συγκεκριμένους χρήστες. Όλα αυτά πραγματοποιούνται μέσω ενημέρωσης χωρίς την ανάπτυξη νέας έκδοσης, μέσω της κονσόλας της Firebase. Παρακολουθώντας τον αντίκτυπο των αλλαγών η εφαρμογή μπορεί να προσαρμόζεται σε μικρό χρόνο.

Με το Firebase Remote Config καθίσταται δυνατή η αλλαγή της συμπεριφοράς και της εμφάνισης μιας εφαρμογής από την κονσόλα της Firebase και, εν συνεχεία, η παρακολούθηση της απόδοσης στο Google Analytics. Η προσαρμογή μπορεί να είναι παραμετροποιημένη ανάλογα με το τμήμα του κοινού στο οποίο απευθύνεται, απελευθερώνοντας νέο περιεχόμενο και δοκιμές για την επικύρωση των βελτιώσεων, χωρίς την αναμονή της έγκρισης του καταστήματος εφαρμογών. Οι εν λόγω αλλαγές πραγματοποιούνται από την πλευρά του διακομιστή, με προώθηση την ενημερώσεων χωρίς την ανάγκη της δημοσίευσης νέας ενημερωμένης έκδοσης της εφαρμογής.

Με την δοκιμή A/B που είναι ενσωματωμένη στο Firebase, μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν πειράματα με διαφορετικές τιμές παραμέτρων. Το Remote Config θα εκτελέσει το πείραμα σε τυχαία επιλεγμένα μέλη του κοινού της εφαρμογής και στη συνέχεια θα ενημερώσει ποια τιμή παραμέτρου ενδείκνυται με καλύτερη απόδοση. Ο έλεγχος A/B μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με το Cloud Messaging.

Οι δοκιμές A/B δημιουργήθηκαν σε συνεργασία με το Google Optimize, ένα εργαλείο δοκιμών και εξατομίκευσης A/B για το διαδίκτυο[54].

3.4 Πλατφόρμα Amazon Web Services (AWS) Mobile Hub

Η Amazon παρέχει μέσω της πλατφόρμας Amazon Web Services (AWS) Mobile Hub ένα πλήρες σύνολο υπηρεσιών οι οποίες είναι σε θέση να καλύψουν τις ανάγκες μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα αποτελεί ένα MBaaS το οποίο παρέχει λειτουργίες που αφορούν τη συγκέντρωση δεδομένων Analytics, την υπηρεσία ελέγχου ταυτότητας User Sign-in, Push Notifications, NoSQL Database, User Data Storage, Cloud APIs, Cloud Messaging και Conversational Bots. Η καινοτομία της συγκεκριμένης πλατφόρμας έγκειται στο γεγονός πως ο προγραμματιστής έχει αρχικά τη δυνατότητα επιλογής της γλώσσας προγραμματισμού στην οποία θα αναπτύξει τον έργο, όπως για παράδειγμα Java, React ή PHP. Στη συνέχεια επιλέγοντας ένα συνδυασμό από τις παραπάνω υπηρεσίες, το AWS Mobile Hub δημιουργεί δυναμικά

πηγαίο κώδικα ο οποίος είναι έτοιμος για ενσωμάτωση στο λογισμικό. Έτσι πραγματοποιείται η διασύνδεση της εφαρμογής κινητού υπολογισμού με το MBaaS. Παρακάτω περιγράφονται ορισμένες από τις σημαντικότερες δυνατότητες του AWS Mobile Hub, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο υλοποιούνται [55].

Καταγραφή δεδομένων απόδοσης χρήσης

Η υπηρεσία Analytics συγκεντρώνει δεδομένα που βοηθούν στη βελτίωση της χρηστικότητας, της δημιουργίας εσόδων και της αφοσίωσης της εφαρμογής στους τελικούς χρήστες.

Το Mobile Hub συλλέγει αναλυτικά στοιχεία όταν ενεργοποιούνται οι λειτουργίες Messaging ή Analytics και στη συνέχεια χρησιμοποιείται από τη πλατφόρμα η υπηρεσία Amazon Pinpoint προς υλοποίηση της λειτουργίας. Αφού η λειτουργία Analytics διασυνδεθεί με μια εφαρμογή κινητού υπολογισμού, καταγράφονται συγκεκριμένα συμβάντα και χαρακτηριστικά στοιχεία κατά τη χρήση της εφαρμογής, τα οποία ορίζονται από τον προγραμματιστή. Στη συνέχεια τα δεδομένα που καταγράφονται οπτικοποιούνται στην κονσόλα της υπηρεσίας Amazon Pinpoint και μέσω γραφημάτων παρουσιάζονται στο διαχειριστή της εφαρμογής. Τέλος, η συγκεκριμένη λειτουργία ενεργοποιεί τη δυνατότητα αξιολόγησης του επιπέδου στο οποίο η συμπεριφορά των χρηστών μιας εφαρμογής κατά τη χρήση της, ευθυγραμμίζεται με το επιχειρηματικό μοντέλο που ακολουθείται από μια εταιρεία.

Αυθεντικοποίηση χρηστών

Η λειτουργία User Sign-in του AWS Mobile Hub καθιστά εφικτή τη αυθεντικοποίηση των χρηστών στην εφαρμογή κινητού υπολογισμού μέσω ισχυρών διαπιστευτηρίων, είτε μέσω προσαρμοσμένων καταλόγων χρηστών είτε μέσω λογαριασμών σε παρόχους, όπως οι εταιρίες Facebook, Google ή Twitter. Η User Sign-in λειτουργία διατίθεται μέσω της εφαρμογής Amazon Cognito και το SDK της Amazon παρέχει ένα προεγκατεστημένο, διαμορφώσιμο περιβάλλον σύνδεσης βάσει του παρόχου πιστοποίησης, ο οποίος έχει επιλεγεί από τους παραπάνω.

Προώθηση ειδοποιήσεων

Η συγκεκριμένη λειτουργία ενεργοποιείται αυτόματα όταν συνενώνονται οι λειτουργίες Analytics και Cloud Messaging και υλοποιείται από την υπηρεσία Amazon Pinpoint. Η υπηρεσία Amazon Pinpoint επιτρέπει στις εφαρμογές να λαμβάνουν τα προωθημένα μηνύματα που αποστέλλονται σε κινητές συσκευές από τις πλατφόρμες της Apple (APN) καθώς επίσης και της Google (FCM/GCM). Πέραν του γεγονότος πώς η υπηρεσία Amazon Pinpoint διαμέσω της κονσόλας της, δίνει τη δυνατότητα να αποστέλλονται μαζικές ειδοποιήσεις προς ένα μεγάλο πλήθος χρηστών, δίνει επιπλέον τη δυνατότητα αποστολής μεμονωμένων και προσωποποιημένων μηνυμάτων προς

συγκεκριμένους χρήστες οι οποίοι έχουν διαχωριστεί βάσει κάποιου χαρακτηριστικού, καθώς επίσης και τη δυνατότητα εκκίνησης μιας καμπάνιας, η οποία στοχεύει ομάδα χρηστών οι οποίοι ταιριάζουν με συγκεκριμένο προκαθορισμένο προφίλ.

Υπηρεσία αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων

Αυτή η λειτουργία καθιστά διαθέσιμη την αποθήκευση και ανάκτηση αρχείων του χρήστη από το χώρο αποθήκευσης σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους της Amazon βάσει ενός μοντέλου δικαιωμάτων που ταιριάζει με το σκοπό της εφαρμογής κινητού υπολογισμού και το οποίο ορίζεται από τον προγραμματιστή. Η αποθήκευση δεδομένων των χρηστών πραγματοποιείται σε αποθηκευτικούς χώρους (storage buckets) της υπηρεσίας AWS Mobile Hub User Data Storage, η οποία χρησιμοποιεί στο περιβάλλον υποστήριξης (backend) την υπηρεσία Amazon S3 παρέχοντας επιπλέον χαρακτηριστικά. Οι υποκατηγορίες δεδομένων, οι οποίες εντάσσονται στην ευρύτερη κατηγορία δεδομένων χρήστη αναφέρονται σε πληροφορίες σχετικές με το προφίλ των χρηστών και δεδομένα όπως βίντεο και εικόνες. Επιπλέον, μέσω της υπηρεσίας AWS Mobile Hub User Data Storage μπορεί να επιτευχθεί λεπτομερής έλεγχος πρόσβασης στα δεδομένα εφαρμόζοντας τέσσερα διαφορετικά πρότυπα πολιτικής δικαιωμάτων. Επίσης, δύναται να εφαρμοστεί συγχρονισμός και προσωρινή αποθήκευση (caching) δεδομένων της εφαρμογής μεταξύ συσκευών χρησιμοποιώντας ένα απλό μοντέλο προγραμματισμού στο περιβάλλον υποστήριξης. Ο συγχρονισμός επιτυγχάνεται με την χρήση της υπηρεσίας Amazon Cognito Sync.

Ενσωμάτωση διεπαφών υπολογιστικού νέφους

Το AWS Mobile Hub παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης RESTful APIs υπολογιστικού νέφους ελεγχόμενων από διεργασίες της υπηρεσίας Amazon Lambda στο περιβάλλον υποστήριξης (backend) που υποστηρίζει την εφαρμογή κινητού υπολογισμού, προκειμένου να επεκταθούν οι λειτουργίες που παρέχονται μέσω της χρήσης επιπλέον υπηρεσιών του νεφοϋπολογιστικού περιβάλλοντος της Amazon. Έτσι, το Mobile Backend-as-a-Service επεκτείνεται με περισσότερες υπηρεσίες οι οποίες διατίθενται μέσω APIs υπολογιστικού νέφους. Τα APIs κατασκευάζονται από την υπηρεσία Amazon API Gateway. Γι' αυτό το λόγο τα APIs αποτελούν το συνδετικό κρίκο μεταξύ νεφοϋπολογιστικών υπηρεσιών και εφαρμογών κινητού υπολογισμού. Μια υπηρεσία υπολογιστικού νέφους η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από εφαρμογές με τη χρήση των APIs υπολογιστικού νέφους είναι η Cloud Logic. Η συγκεκριμένη εφαρμογή καθιστά εφικτή την ενσωμάτωση της επιχειρηματικής λογικής μιας εταιρείας σε μια εφαρμογή χωρίς κόστος για backend εξοπλισμό και τη συντήρησή του.

Αποστολή ειδοποιήσεων προωθητικών ενεργειών

Μέσω της υπηρεσίας Cloud Messaging συνδέεται η χρήση μιας εφαρμογής με καμπάνιες μηνυμάτων. Η συγκεκριμένη λειτουργία υλοποιείται από την υπηρεσία Amazon Pinpoint, στην οποία μπορούν να οριστούν ομάδες χρηστών στους οποίους θα αποστέλλονται μηνύματα SMS, ειδοποιήσεις και μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ανάλογα με το στόχο που θέλει να επιτύχει ο προγραμματιστής της εφαρμογής. Το Amazon Pinpoint δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης αναλυτικών δεδομένων της εφαρμογής. Οι μετρήσεις που συγκεντρώνονται μπορεί να είναι είτε απλά δεδομένα έναρξης και διακοπής της χρήσης μιας εφαρμογής είτε μπορούν να προσαρμοστούν ώστε να είναι πιο πολύπλοκα ή συγκεκριμένα. Στη συνέχεια μπορεί να πραγματοποιηθεί αλγοριθμική διασύνδεση των μαζικών μηνυμάτων με τη συμπεριφορά των χρηστών και να αυτοματοποιηθεί η παράδοση μηνυμάτων.

Υπηρεσία κατανόησης φυσικής γλώσσας

Η υπηρεσία Conversational Bots καθιστά εφικτή την προσθήκη κατανόησης φυσικής γλώσσας αντίστοιχης της υπηρεσίας Amazon Alexa, σε εφαρμογές κινητού υπολογισμού. Η συγκεκριμένη λειτουργία παρέχει έτοιμα πρότυπα Bots χρησιμοποιώντας την υπηρεσία Amazon Lex. Πιο αναλυτικά, η κατανόηση φυσικής γλώσσας συμπεριλαμβάνει τόσο φωνή όσο και κείμενο, με στόχο την αλληλεπίδραση του χρήστη με τη λογική της εφαρμογής με περισσότερους τρόπους εκτός από τους προκαθορισμένους.

Υπηρεσία εφαρμογής ελέγχων

Η υπηρεσία Device Farm είναι μία υπηρεσία εφαρμογής ελέγχων σε εφαρμογές κινητού υπολογισμού. Επιτρέπει στους προγραμματιστές να πραγματοποιούν ελέγχους και δοκιμές, καθώς και να αλληλοεπιδρούν με τις συσκευές που τρέχουν σε λειτουργικό σύστημα Android, iOS αλλά επίσης και στο διαδίκτυο, σε πολλές συσκευές ταυτόχρονα. Επιτρέπει, επίσης, να αναπαράγουν προβλήματα σε πραγματικό χρόνο με σκοπό την επίλυσή τους. Προβάλλονται μέσω αυτής της υπηρεσίας βίντεο, στιγμιότυπα οθόνης, αρχεία καταγραφής αλλά και δεδομένα απόδοσης για να εντοπιστούν και να επιδιορθωθούν τυχόν σφάλματα. Σκοπός, επίσης, της υπηρεσίας αυτής είναι η βελτιστοποίηση της ποιότητας της εφαρμογής κινητού υπολογισμού πριν την αποστολή της [55].

3.5 Παροχή υπηρεσιών πλατφόρμας Kumulos

Το Kumulos είναι μια πλατφόρμα MBaaS η οποία έχει κατασκευαστεί με σκοπό την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους εκ μέρους του προγραμματιστή. Οι υπηρεσίες που παρέχονται μέσω της πλατφόρμας είναι ονομαστικά οι App Store Optimization, Push Notifications, Crash Reporting, App Analytics, Reporting και App Build. Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται παρακάτω [56].

Παρουσίαση απόδοσης εφαρμογών

Η συγκεκριμένη υπηρεσία παρουσιάζει την απόδοση της εφαρμογής κινητού υπολογισμού κατά την εκτέλεσή της μέσω των ηλεκτρονικών καταστημάτων εφαρμογών, βάσει της κατάταξης της εφαρμογής σύμφωνα με αναζητήσεις λέξεων - κλειδιών έναντι ανταγωνιστικών εφαρμογών. Επιπρόσθετα, πραγματοποιεί σύγκριση της απόδοσης μεταξύ των καταστημάτων, καθώς επίσης παρακολουθεί τις πιο πρόσφατες και χρήσιμες κριτικές.

Διανομή ειδοποιήσεων

Η υπηρεσία Push Notifications επιτρέπει την αποστολή απεριόριστων ειδοποιήσεων στη εφαρμογή κινητού υπολογισμού που εκτελείται σε iOS και Android λειτουργικά συστήματα μέσω του Apple Push Notification Service (APNS) και του Google Cloud Messaging (GCM), αντίστοιχα. Επιπλέον, μπορούν να χρησιμοποιηθούν audience segments, channels και geofences για τη στόχευση μέρους των χρηστών με νέα διαμόρφωση ρύθμισης και προγραμματισμένες καμπάνιες. Τα audience segments στοχεύουν σε συγκεκριμένους χρήστες της εφαρμογής εφαρμόζοντας φίλτρα στα δεδομένα που συλλέγονται με την εγκατάσταση της εφαρμογής όπως την τοποθεσία, το λειτουργικό σύστημα και την έκδοση της εφαρμογής. Τα channels χρησιμοποιούνται για την κατηγοριοποίηση περιεχομένου που αποστέλλεται στους χρήστες ανάλογα με τις προτιμήσεις τους συναρτήσει της εφαρμογής. Τα geofences χρησιμοποιούνται για τη στόχευση χρηστών μέσα σε μια συγκεκριμένη ακτίνα ενός σταθερού σημείου στο χάρτη.

Αναφορά εξαιρέσεων και σφαλμάτων

Ακόμα μία υπηρεσία της πλατφόρμας Kumulos είναι η Crash Reporting, η οποία ειδοποιεί όταν υπάρχουν εξαιρέσεις (exceptions) κατά την εκτέλεση της εφαρμογής στο επίπεδο του πηγαίου κώδικα, παρέχοντας πληροφορίες οι οποίες είναι απαραίτητες για να δοθεί η πρότερη προτεραιότητα και να διορθωθούν ζητήματα προτού επηρεάσουν αρνητικά το κοινό. Η πλατφόρμα Kumulos επιτρέπει την ενσωμάτωση της συγκεκριμένης υπηρεσίας με τα Slack, Trello και Jira, έτσι ώστε η ομάδα που πραγματοποιεί την ανάπτυξη να μπορεί άμεσα να ειδοποιηθεί κατά την εμφάνιση σφαλμάτων και στη συνέχεια να παρακολουθεί την ανάπτυξη λύσης για την επιδιόρθωση του προβλήματος.

Συγκέντρωση δεδομένων άλλων υπηρεσιών

Το App Analytics είναι μία υπηρεσία που συγκεντρώνει δεδομένα από άλλες υπηρεσίες όπως η ASO, PUSH και το CRASH μαζί με τη χρήση της εφαρμογής προκειμένου να δώσει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με το ποιος χρησιμοποιεί την εφαρμογή, πόσο εμπλέκονται οι χρήστες με εκείνη και πόσο καλά εκτελείται στις συσκευές τους. Αυτές οι πληροφορίες συντελούν στη λήψη καλύτερων αποφάσεων σχετικά με τη χρήση της εφαρμογής και της χρησιμότητάς της.

Αναφορά χρήσης εφαρμογής

Η υπηρεσία Reporting επιτρέπει δημιουργία εβδομαδιαίων και μηνιαίων αναφορών που συνοψίζουν τους χρήστες της εφαρμογής και πόσο αφοσιωμένοι είναι. Μόλις ενεργοποιηθεί η υπηρεσία, μπορούν να δημιουργηθούν όσες αναφορές χρειάζονται, σχολιάζοντας και προσαρμόζοντας το περιεχόμενο.

Διαχείριση περιεχομένου εφαρμογής

Είναι η κύρια λειτουργία Backend-as-a-Service του Kumulos για τη διαχείριση του περιεχομένου της εφαρμογής μέσω εύχρηστης αποθήκευσης δεδομένων SQL σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους και χρήση APC API μεθόδων για πρόσβαση και χειρισμό δεδομένων είτε από ένα mobile SDK (Objective-C, Swift, Android, Cordova, Xamarin, React Native, Unity) το οποίο χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές, είτε μέσω REST, PHP. Η αποθήκευση και οργάνωση δεδομένων πραγματοποιείται σε πίνακες. Στη συνέχεια με μεθόδους RPC API δύναται να αποκτηθεί πρόσβαση στα δεδομένα. Για την ενσωμάτωση επιχειρηματικής λογικής και την εκτέλεση δεσμών ενεργειών από τη πλευρά του διακομιστή, χρησιμοποιούνται μέθοδοι KScript. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν RESTful API για να αποκτηθεί πρόσβαση στα δεδομένα. Στη συνέχεια διαμέσω mobile SDKs, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν μέσα σε ένα έργο, γίνεται εφικτή η κλήση RPC API και KScript μεθόδων.

3.6 Πλατφόρμα ανάπτυξης και υποστήριξης εφαρμογών Kinvey

Η εταιρεία Kinvey παρέχει μια πλατφόρμα Mobile Backend-as-a-Service η οποία αποσυνδέει τη διαδικασία ανάπτυξης frontend και backend μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού ξεχωριστά και παρέχει πλήρη υποστήριξη ανάπτυξης και των δύο. Η συγκεκριμένη πλατφόρμα επιτρέπει σε εταιρείες να θέσουν σε λειτουργία το Minimum Viable Product (MVP) τους σε ελάχιστο χρόνο που κυμαίνεται μεταξύ 3 και 6 μηνών, λαμβάνοντας και χρησιμοποιώντας αποδοτικά τα σχόλια των χρηστών προκειμένου να

αναπτύξουν μια σταθερή έκδοση του προϊόντος τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη παροχή υπηρεσιών οι οποίες υποστηρίζουν μεταξύ άλλων NoSQL και SQL databases, Data store, User management, Microservices, Business Logic, Mobile Identity Connect, Cloud Caching, Live Service και Push. Ακολουθεί μια συνοπτική περιγραφή για τις παραπάνω υπηρεσίες[57].

Υποστήριξη βάσεων δεδομένων NoSQL/SQL

Κατά την ανάπτυξη μιας εφαρμογής, υπάρχει η τάση να καθορίζεται πρώτα το μοντέλο δεδομένων και στη συνέχεια να δημιουργούνται τα αντικείμενα (objects) και οι προβολές (views) που αντιστοιχίζονται ανά μοντέλο. Αυτή η προσέγγιση τείνει να οδηγεί σε μοντέλα δεδομένων που είναι υπερβολικά περίπλοκα και τα οποία δημιουργούν προβλήματα στην απόδοση μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού. Έτσι, η καλύτερη προσέγγιση περιλαμβάνει το σχεδιασμό των προβολών (views), στις οποίες θα προσδιορίζεται τι θα βλέπουν οι χρήστες και στη συνέχεια θα ορίζονται τα αντικείμενα του μοντέλου δεδομένων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση υποστηρίζεται από την πλατφόρμα Kinvey. Η πλατφόρμα υποστηρίζει SQL βάσεις δεδομένων οι οποίες είναι οργανωμένες σε πίνακες, στις οποίες ορίζεται το σχήμα (schema) και η αλληλεπίδραση με αυτές πραγματοποιείται μέσω αιτημάτων (queries). Πέραν των SQL, υποστηρίζονται και NoSQL βάσεις δεδομένων όπως column-based, key-value stores, graph databases. Οι NoSQL βάσεις δεδομένων υλοποιούνται μέσω της υπηρεσίας MongoDB, η οποία εκτελείται σε νεφοϋπολογιστικό περιβάλλον με δυνατότητα οριζόντιας κλιμάκωσης (horizontal scaling) για την υποστήριξη μεγάλου εύρους χρηστών. Στη περίπτωση NoSQL βάσεων δεδομένων, η διασύνδεση τους με τις εφαρμογές κινητού υπολογισμού πραγματοποιείται μέσω client libraries τα οποία αλληλοεπιδρούν με μια REST υπηρεσία για την αποθήκευση JSON αντικειμένων.

Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων

Η συγκεκριμένη υπηρεσία αποτελεί την πιο απλή λύση αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων από και προς την πλατφόρμα Kinvey. Η βασική μονάδα δεδομένων είναι μια οντότητα, όπου οντότητες ίδιου είδους είναι οργανωμένες σε συλλογές. Μια οντότητα αποτελείται από ένα ζεύγος κλειδιού-τιμής, η οποία αποθηκεύεται σε μορφή JSON. Έτσι, πρόκειται για μια NoSQL βάση δεδομένων στην οποία αλλάζει ο τρόπος οργάνωσης των δεδομένων. Οι client libraries πραγματοποιούν τη μετάφραση των ζευγών κλειδιών-τιμών σε JSON. Στη συγκεκριμένη υπηρεσία υποστηρίζονται CRUD (Create, Read, Update και Delete) διαδικασίες στα δεδομένα καθώς μπορεί να εφαρμοστούν και φίλτρα. Κατά την αποθήκευση δεδομένων στον αποθηκευτικό χώρο δεδομένων, μπορεί να επιλεγθεί από τον προγραμματιστή ο τύπος τους. Ο τύπος των

δεδομένων επιλέγεται βάσει του μοντέλου δεδομένων που ακολουθείται και των απαιτήσεων της εφαρμογής. Υπάρχουν τρεις τύποι δεδομένων οι οποίοι ονομαστικά είναι Sync, Cache και Network. Στη περίπτωση του Sync, ένα αντίγραφο ή περισσότερα του ενός αποθηκεύονται τοπικά στη συσκευή και σε χρονικά διαστήματα που ορίζονται από τον προγραμματιστή, πραγματοποιείται συγχρονισμός αυτών με το backend. Όταν επιλέγεται ο τύπος Cache, όλα τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία της εφαρμογής, αποθηκεύονται τοπικά στις συσκευές προκειμένου να παρέχεται υποστήριξη σε περιπτώσεις μηδενικής συνδεσιμότητας και στη περίπτωση Network, τα δεδομένα ποτέ δεν αποθηκεύονται τοπικά αλλά καλούνται από το backend.

Χειρισμός τυπικών ενεργειών χρήστη

Το user management API, αποτελείται από μεθόδους για το χειρισμό τυπικών ενεργειών χρήστη όπως είναι εγγραφές, συνδέσεις και αποσυνδέσεις. Η χρήση του API είναι τόσο απλή όσο και η κλήση καθεμιάς από αυτές τις μεθόδους από την αντίστοιχη φόρμα και το αντίστοιχο κουμπί στην εφαρμογή. Ένας ενεργός χρήστης παρέχει πληροφορίες απαραίτητες για την αλληλεπίδρασή του με άλλες υπηρεσίες του backend κατά τη σύνδεσή του στην εφαρμογή, διασφαλίζοντας ότι η ασφάλεια εφαρμόζεται και απαγορεύεται η μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση. Από επιλογή, τα δεδομένα των χρηστών μπορούν να διαβαστούν αλλά δεν είναι δυνατό να τροποποιηθούν από οποιονδήποτε. Ένα αντικείμενο χρήστη το οποίο δημιουργείται κατά την εγγραφή του αποτελείται από ιδιότητες όπως όνομα, επώνυμο και ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.

Ανάπτυξη στοχευμένων μικροϋπηρεσιών

Η υπηρεσία των Microservices ενεργοποιείται από το Kinvey Microservice Framework, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης στοχευμένων μικροϋπηρεσιών τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς για την εφαρμογή. Οι μικροϋπηρεσίες αυτές διαχωρίζονται στις κατηγορίες, no-code και low-code. Τα no-code μικροϋπηρεσίες παρέχουν υπηρεσίες σχετικές με την ενσωμάτωση δεδομένων από SAP, Salesforce, Sharepoint, NoSQL και REST, όπως επίσης και ενσωμάτωση υπηρεσιών πιστοποίησης για SAML, OAUTH, OpenID Connect, Active Directory, και LDAP χρησιμοποιώντας την υπηρεσία Mobile Identity Connect. Οι low-code μικροϋπηρεσίες είναι event-based διεργασίες οι οποίες εφαρμόζουν την επιχειρηματική λογική στις εφαρμογές υπολογιστικού νέφους.

Επιχειρησιακή λογική

Η υπηρεσία Kinvey Business Logic προσφέρει ένα χρόνο εκτέλεσης κώδικα node.js, που επιτρέπει την προσαρμογή της συμπεριφοράς αιτημάτων στο backend παρέχοντας με αυτό το τρόπο ένα μέσο για την υλοποίηση επιχειρηματικής λογικής στην πλευρά του διακομιστή. Το Kinvey Business Logic δίνει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να επικεντρωθούν στη λειτουργική επιχειρησιακή λογική μιας εφαρμογής για κινητά, ενώ η Kinvey χειρίζεται το έργο της λήψης, ανάλυσης και δρομολόγησης αιτημάτων, σύνδεσης και διερεύνησης δεδομένων και ενεργοποίησης λειτουργιών ανάλογα με τον τύπο κινητού από το οποίο δέχεται το εκάστοτε αίτημα. Η Business Logic χρησιμοποιείται συνήθως για την ενεργοποίηση:

- Μηνυμάτων όπως ειδοποιήσεις μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και push notifications για αλλαγές που έχουν καθοριστεί από προγραμματιστές στο χώρο αποθήκευσης δεδομένων.
- Βελτιστοποίηση της ανταλλαγής δεδομένων με την εφαρμογή συνδέοντας πολλαπλές συλλογές δεδομένων.
- Επικύρωση ενεργειών που ορίζονται από τους χρήστες για την επιβολή κανόνων λειτουργίας.

Η επιχειρησιακή λογική μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέρος ενός αιτήματος σε μια συλλογή δεδομένων, ως προσαρμοσμένο endpoint για την εκτέλεση μιας αυθαίρετης λειτουργίας και ως κώδικας που δημιουργείται και μοιράζεται μεταξύ BL λειτουργιών.

Υπηρεσία ελέγχου ταυτότητας χρήστη

Το Mobile Identity Connect (MIC) είναι μια υπηρεσία που γεφυρώνει κινητές εφαρμογές με υπάρχουσες λύσεις ταυτότητας επιχειρήσεων και ενιαίας σύνδεσης. Το MIC επιτρέπει στις εφαρμογές να ενσωματώσουν μια ποικιλία λύσεων ταυτότητας για τη πιστοποίηση και αυθεντικοποίηση των χρηστών τους χρησιμοποιώντας μια ενιαία διεπαφή βασισμένη στο OAuth2. Αυτό επιτρέπει στους προγραμματιστές εταιρικών εφαρμογών να αποφεύγουν την πολυπλοκότητα της ενσωμάτωσης αυτών των πρωτοκόλλων σε κινητά, αφού παρέχεται αυτοματοποιημένα από τη πλατφόρμα και επιτρέποντας παράλληλα σε μια επιχείρηση, να εξασφαλίσει ότι η πρόσβαση στους πόρους είναι εξουσιοδοτημένη μόνο στους πιστοποιημένους χρήστες και ότι διατηρεί τον πλήρη έλεγχο της ταυτότητας του χρηστών μέσω της εφαρμογής.

Το Mobile Identity Connect (MIC) είναι το επίπεδο ελέγχου ταυτότητας για τη σύνδεση με συστήματα πιστοποίησης χρηστών. Χρησιμοποιεί το OAuth2 ως πρωτόκολλο πιστοποίησης για τη σύνδεση των χρηστών. Μια εφαρμογή κινητού υπολογισμού χρησιμοποιεί το OAuth2 για έλεγχο ταυτότητας με την υπηρεσία ελέγχου ταυτότητας Kinvey. Η υπηρεσία παρέχει μια σελίδα σύνδεσης ή ανακατευθύνει σε μια υπάρχουσα σελίδα σύνδεσης SSO, επιτρέποντας στον χρήστη να πιστοποιήσει την ταυτότητά του. Η αρχιτεκτονική του MIC επιτρέπει τον έλεγχο ταυτότητας πολλαπλών παραγόντων

(Multi-Factor Authentication) για χρήστες των εφαρμογών κινητού υπολογισμού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πιστοποίησης ταυτότητας εκθέτοντας στοιχεία ελέγχου MFA μέσω της σελίδας σύνδεσης. Μετά την επικύρωση, το MIC ανακτά ένα διακριτικό (token) από τον υποκείμενο πάροχο ταυτότητας, το κρυπτογραφεί και το αποθηκεύει με ασφάλεια για χρήση σε όλα τα μελλοντικά αιτήματα πρόσβασης σε πόρους και υπηρεσίες μέσω των συνδέσμων σύνδεσης δεδομένων. Στη συνέχεια το διακριτικό επιστρέφεται στο χρήστη μαζί με ένα (προαιρετικό) διακριτικό ανανέωσης. Ο χρήστης ανταλλάσσει αυτό το διακριτικό για ένα διακριτικό μιας συνεδρίας Kinvey. Στη συνέχεια, η υπηρεσία Kinvey Cloud Service (KCS) επικυρώνει αυτό το διακριτικό με MIC για όλα τα μελλοντικά αιτήματα από το εν λόγω συμβάν. Τα διαπιστευτήρια χρήστη δεν αποθηκεύονται στη συσκευή και δεν διαβιβάζονται απευθείας στην KCS. Το MIC διατηρεί ένα TTL για τα αναγνωριστικά πρόσβασης και ανανέωσης που έχει διαμορφωθεί μέσω της κονσόλας διαχείρισης Kinvey. Το MIC θα επαληθεύσει ξανά τον χρήστη μετά την λήξη του TTL, γεγονός που θα προκαλέσει την υποβολή του υποκείμενου συστήματος ελέγχου ταυτότητας για να αποκτήσει εκ νέου οποιεσδήποτε μάρκες. Το TTL πρέπει να ρυθμιστεί ώστε να ταιριάζει με τη διάρκεια ζωής του εσωτερικού ελέγχου ταυτότητας. Με αυτό το τρόπο εξασφαλίζεται ασφαλής πρόσβαση σε πόρους και υπηρεσίες της πλατφόρμας στους χρήστες, επιτυγχάνοντας υψηλό επίπεδο ασφάλειας.

Προσωρινή αποθήκευση δεδομένων χρήστη

Πολλοί από τους πελάτες της πλατφόρμας, όπως επιχειρήσεις, χρησιμοποιούν συνδέσμους δεδομένων στην εφαρμογή κινητού υπολογισμού για την ασφαλή πρόσβαση στα δεδομένα των παλαιών συστημάτων τους. Για μια πληθώρα λόγων, τα συστήματα αυτά είναι συχνά πολύ αργά όσον αφορά την απόδοση και το latency. Λόγω της υψίστης πλέον σημασίας της ταχύτητας πρόσβασης σε πόρους και υπηρεσίες υπάρχει η ανάγκη να αποφευχθεί η απογοήτευση των χρηστών. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα από την πλατφόρμα Kinvey, παρέχεται το Cloud Caching, το οποίο είναι σε θέση να διατηρεί αυτόματα μια προσωρινά αποθηκευμένη έκδοση των δεδομένων χρήστη.

Άμεση διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο

Η υπηρεσία Kinvey Live Service παρέχει έναν event-driven τρόπο για την άμεση διαχείριση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σε μια συσκευή. Στο παρελθόν, όταν μια οντότητα ενημερωνόταν σε μια συλλογή Kinvey, ένας χρήστης έπρεπε να εκτελέσει μια λειτουργία ανεύρεσης για να ανακτήσει τα πιο πρόσφατα δεδομένα. Χρησιμοποιώντας την υπηρεσία Kinvey Live Service, οι ενημερώσεις από το backend του Kinvey μπορούν να προωθηθούν προς τη συσκευή ταυτόχρονα με την ενημέρωση της οντότητας.

Εκτός από τη άμεση ενημέρωση των οντοτήτων στη κινητή εφαρμογή μιας συσκευής, η υπηρεσία Kinvey Live Service μπορεί επίσης να επιτρέψει γρήγορη και ασφαλή επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ χρηστών σε ένα μοντέλο δημοσίευσης / εγγραφής. Όταν ένας χρήστης στέλνει ένα μήνυμα σε κάποιον άλλο χρήστη, ο δεύτερος θα λάβει το μήνυμα στη συσκευή του σε πραγματικό χρόνο.

Προώθηση ειδοποιήσεων

Η συγκεκριμένη υπηρεσία επιβοηθά την έγκυρη προσέγγιση των χρηστών με σημαντικά μηνύματα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενημέρωση των χρηστών σχετικά με ορισμένα στοιχεία, σχετικά με τις νέες υπηρεσίες που υπάρχουν κοντά στη τοποθεσία τους ή ότι για παράδειγμα είναι νικητές σε ένα παιχνίδι. Χρησιμοποιώντας τον προσαρμοσμένο πηγαίο κώδικα από την πλευρά του διακομιστή, μπορεί να ρυθμιστεί κάθε πότε θα αποστέλλονται ειδοποιήσεις push σε ένα στοχοθετημένο σύνολο χρηστών βάσει συγκεκριμένων αλλαγών στα δεδομένα που έχουν προκαθοριστεί. Η πλατφόρμα Kinvey διανέμει τις ειδοποιήσεις Push μέσω της ενσωμάτωσης με το Google Cloud Messaging (GCM) και τις ειδοποιήσεις προώθησης iOS μέσω μιας ενοποίησης με το AWS SNS. Οι ειδοποιήσεις push μπορούν να ρυθμιστούν μόνο για χρήση από συσκευές iOS ή Android. Τα APIs που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό, παρέχουν υποστήριξη για την εγγραφή ή κατάργηση συσκευών και τη σύνδεσή τους με χρήστες του Kinvey.

3.7 Εργαλείο ανάπτυξης Parse server

Ο Parse Server παρέχει ένα εργαλείο ανοιχτού λογισμικού, το οποίο επιτρέπει την κατασκευή μιας αυτόνομης MBaaS υποδομής στο ιδιωτικό περιβάλλον μιας επιχείρησης ή σε περιβάλλον υπολογιστικού νέφους ενός παρόχου, όπως ο DigitalOcean. Το συγκεκριμένο MBaaS, υποστηρίζεται από μη σχεσιακές βάσεις δεδομένων οι οποίες υλοποιούνται από την υπηρεσία MongoDB και χρησιμοποιούνται κυρίως για την αποθήκευση δεδομένων χρήστη σχετικά με προφίλ, εικόνες και βίντεο. Η διασύνδεση μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού με τον Parse Server, πραγματοποιείται διαμέσω SDKs ανάλογα με τη γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Το MBaaS επιπλέον παρέχει Push Notifications, Caching, Live Queries και OAuth αυθεντικοποίηση. Η ισχύς του συγκεκριμένου MBaaS έγκειται στο γεγονός πως μπορεί να εκτεθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους και να διασυνδεθεί με υπηρεσίες περιβάλλοντος υπολογιστικού νέφους, παρέχοντας ένα πλήρες υβριδικό περιβάλλον backend[58].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Κριτική, σχολιασμός και συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, τα διαδικτυακά νεφοϋπολογιστικά εργαλεία επιλέγονται από τους χρήστες τους σύμφωνα με τις δυνατότητες που παρέχουν. Οι συγκεκριμένες δυνατότητες διαμορφώνονται από τις υπηρεσίες που παρέχουν και πιο αναλυτικά, υπάρχουν ορισμένες υπηρεσίες οι οποίες είναι απαραίτητες για κάποιον προγραμματιστή. Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται μερικές από τις σημαντικότερες που θα επιλέγονταν από ένα προγραμματιστή και η διαθεσιμότητά τους από τις πλατφόρμες. Αυτές οι υπηρεσίες είναι ονομαστικά, η Καταγραφή δεδομένων απόδοσης χρήσης, Αυθεντικοποίηση χρηστών, Προώθηση ειδοποιήσεων, Ενσωμάτωση διεπαφών (API) υπολογιστικού νέφους, Αποστολή ειδοποιήσεων προωθητικών ενεργειών, Υπηρεσία εφαρμογής ελέγχων, Βάσεις δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, Προσομοίωση Λειτουργίας και Ενημέρωση εφαρμογών σε πραγματικό χρόνο οι οποίες αναφέρονται στο πίνακα ως Κ, Α, Π, Δ, Ε, ΕΛ, ΒΔ, ΠΛ και ΕΕ αντίστοιχα.

Πίνακας 4.1 Αξιολόγηση δυνατοτήτων διαδικτυακών εργαλείων υπολογιστικού νέφους

	Κ	Α	Π	Δ	Ε	ΕΛ	ΒΔ	ΠΛ	ΕΕ
Ionic Cloud	+	+	+		+	+	+		+
Firebase	+	+	+					+	+
AWS Mobile Hub	+	+	+	+	+	+	+		+
Kumulos	+	+	+		+		+	+	+
Kinvey	+	+	+		+			+	
Parse Server		+	+		+		+		

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται συνήθως χρησιμοποιώντας τα παρακάτω τρία μεγέθη, *Χρησιμότητα*, *Κόστος* και *Εξάρτηση από Πάροχο (Lock-In)*. Η *Χρησιμότητα* ορίζει κατά πόσο εύκολο είναι να χρησιμοποιηθεί μια πλατφόρμα, το *Κόστος* ορίζει τη σχέση μεταξύ των παρεχόμενων υπηρεσιών και του χρηματικού ποσού που απαιτείται για την πληρωμή τους. Ορισμένες φορές δύο πλατφόρμες παρέχουν τις ίδιες υπηρεσίες έναντι του ίδιου χρηματικού ποσού, όμως για διαφορετικό πλήθος τελικών χρηστών. Στο παρακάτω πίνακα αξιολογείται αυτή η σχέση μέσω του μεγέθους *Κόστος*. Επιπλέον, το μέγεθος *Lock-In* ορίζει κατά πόσο η ανάπτυξη μιας εφαρμογής εξαρτάται από τη πλατφόρμα και τις υπηρεσίες της. Η βαθμονόμηση των μεγεθών πραγματοποιείται σε σχέση με μια κλίμακα η οποία κυμαίνεται μεταξύ 1-5.

Πίνακας 4.2 Αξιολόγηση επιλεξιμότητας διαδικτυακών νεφοϋπολογιστικών εργαλείων

	Χρηστικότητα	Κόστος	Εξάρτηση απο Πάροχο
Ionic Cloud	3	3	ΝΑΙ
Firebase	4	5	ΝΑΙ
AWS Mobile Hub	3	3	ΝΑΙ
Kumulos	2	4	ΝΑΙ
Kinvey	4	5	ΝΑΙ
Parse Server	3	2	ΟΧΙ

4.1 Θέματα ασφαλείας

Η χρήση των υπηρεσιών νέφους προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, από τη μείωση του κόστους στα προϊόντα και της πολυπλοκότητας, μέχρι και αναβαθμισμένες υπηρεσίες για τους καταναλωτές, μαζική διάθεση και διάχυση πληροφορίας καθώς επίσης, ανεβάζει την παραγωγικότητα στον εκάστοτε χώρο εργασίας. Ωστόσο, από πολλούς οργανισμούς και εταιρείες, υπάρχει η άποψη ότι κρύβονται και μεγάλα ζητήματα ασφαλείας.

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει από φόρουμ που ασχολούνται με τις τεχνολογίες νέφους, βασική ανησυχία εταιρειών καθώς και οργανισμών αποτελεί η ασφάλεια των δεδομένων, όπως επίσης και ζητήματα που αφορούν την ιδιωτικότητά τους. Ωστόσο, τα ζητήματα ασφαλείας μέχρι τώρα στις τεχνολογίες νέφους, είναι ελάχιστα και αξίζει να τονισθεί το γεγονός ότι στις περιπτώσεις που παρουσιάστηκε κάποιο πρόβλημα, κύρια ευθύνη είχε ο ίδιος ο χρήστης του προϊόντος και όχι το προϊόν.

Με το νέφος η πιθανότητα απώλειας δεδομένων ελαχιστοποιείται, διότι είναι αποθηκευμένα σε διακομιστές. Ωστόσο, ακριβώς όπως συμβαίνει και στην απευθείας σύνδεση, υπάρχει πάντα ο κίνδυνος κάποιος να προσπαθήσει να αποκτήσει πρόσβαση στα προσωπικά δεδομένα ενός χρήστη. Έτσι θα πρέπει να δίνεται βάση στην δημιουργία ενός ισχυρού κωδικού πρόσβασης και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε τυχόν ρυθμίσεις απορρήτου κατά τη χρήση μιας υπηρεσίας.

Όπως με όλες τις τεχνολογίες ή εργαλεία, το άτομο που τα χρησιμοποιεί, είναι ταυτόχρονα και υπεύθυνο για τη σωστή λειτουργία τους. Οργανισμοί, καθώς και εταιρείες που ασχολούνται με τεχνολογίες νέφους, την ανάπτυξη τους αλλά και με τα ζητήματα ασφαλείας τους, ερευνούν μεθόδους που μπορούν να εφαρμοστούν, έτσι ώστε ο τελικός χρήστης στην περίπτωση που αντιμετωπίσει κάποιο πρόβλημα ασφαλείας, η ζημιά να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατόν.

Παρακάτω, θα πραγματοποιηθεί μια πιο συγκεκριμένη ανάλυση για τα ζητήματα ασφαλείας στα εργαλεία που βασίζονται στις τεχνολογίες νέφους, καθώς και στα

λογισμικά που λειτουργούν αξιοποιώντας αυτή την τεχνολογία, όπως π.χ. τα καταστήματα εφαρμογών (Google Play Store, iOS App Store κτλ) καθώς και τα Διαδικτυακά Νεφοϋπολογιστικά Εργαλεία (Online Cloud Tools) όπως το Ionic και το Firebase.

Διαδικτυακά Νεφοϋπολογιστικά Εργαλεία

Αρχικά τα θέματα ασφάλειας τα οποία ανακύπτουν κατά την χρήση υπηρεσιών από διαδικτυακά νεφοϋπολογιστικά εργαλεία, είναι λόγω του γεγονότος πως λειτουργίες οι οποίες είναι συχνά χρησιμοποιούμενες από τις εφαρμογές υλοποιούνται από κώδικα που τείνει να επαναχρησιμοποιείται, με αποτέλεσμα τα οποιαδήποτε τρωτά σημεία που βρίσκονται σε αυτό, να μεταφέρονται στις εφαρμογές. Για παράδειγμα, μέσω του διαδικτυακού εργαλείου AWS Mobile Hub, ο προγραμματιστής δύναται να επιλέξει μέσω UI τις υπηρεσίες που θέλει να ενσωματώσει στην εφαρμογή και στη συνέχεια το εργαλείο δυναμικά παράγει το κώδικα ο οποίος τις πραγματοποιεί και ο οποίος είναι έτοιμος για ενσωμάτωση στο πηγαίο κώδικά της εφαρμογής. Όπως γίνεται κατανοητό, οποιοδήποτε τρωτό σημείο που υπάρχει στο παραγόμενο κώδικα, ενσωματώνεται στο πηγαίο κώδικα των εφαρμογών οι οποίες τον χρησιμοποιούν.

Πέραν του παραπάνω, πολλές φορές οι εφαρμογές επικοινωνούν με το νεφοϋπολογιστικό περιβάλλον για λειτουργίες όπως μεταφόρτωση δεδομένων ή απολαβή αποτελεσμάτων χωρίς να ελέγχεται κατά πόσο είναι ασφαλής η σύνδεση προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μεταφορά δεδομένων. Το συγκεκριμένο θέμα ασφάλειας εντείνεται στη περίπτωση όπου τα δεδομένα είναι ευαίσθητα όπως δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα.

Τέλος, μετά την επίσημη κυκλοφορία μιας εφαρμογής κινητού υπολογισμού, η ενημέρωσή της προκειμένου να διορθωθούν τρωτά σημεία της είναι απαραίτητη. Ωστόσο, ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να ενημερωθούν οι εφαρμογές με τις πιο πρόσφατες ενημερώσεις ξεπερνά το χρόνο που χρειάζεται σε έναν επιτιθέμενο να αναπτύξει κακόβουλο λογισμικό, με αποτέλεσμα οι ενημερώσεις να πραγματοποιούνται με καθυστέρηση. Γι' αυτό το λόγο, η ανεύρεση τρωτών σημείων, η ταχύτητα ανάπτυξης του κώδικα που θα επιδιορθώσει τα τρωτά σημεία και η μεταφόρτωση των ενημερώσεων πρέπει να μειωθεί προκειμένου να είναι αποδοτική η συγκεκριμένη διαδικασία.

Google Play Store

Το Google Play Store, όσον αφορά τα ζητήματα ασφαλείας στο επίπεδο μόλυνσης από κακόβουλα λογισμικά, κάνει χρήση του antivirus Google Bouncer. Το συγκεκριμένο προϊόν προστατεύει τους χρήστες, από κακόβουλα λογισμικά όπως: 1) virus, 2) malware, 3) spyware και 4) trojan viruses. Η Google, το 2017, εισήγαγε ακόμα ένα

λογισμικό που βελτιώνει την ασφάλεια της συσκευής. Το λογισμικό αυτό έχει τη δυνατότητα να εντοπίσει τη συσκευή, αν αυτή χαθεί και ονομάζεται Find My Device. Στο εύρος των λογισμικών για την ασφάλεια των Android συσκευών παρευρίσκεται και το Android Device Manager, που έχει μια συνολικότερη εποπτεία της συσκευής.

Αναλυτικότερα, οι εφαρμογές για Android, ζητούν την έγκριση του χρήστη για τα δικαιώματα που αυτός θέλει να τους παραχωρήσει, όπως τους διάφορους αισθητήρες των συσκευών, τις επαφές του, την κάμερα, το μικρόφωνο, την τοποθεσία κτλ. Η Google, τον Ιούλιο του 2017, έβαλε σε εφαρμογή ακόμα ένα μέτρο ασφαλείας, το οποίο ονομάζει “peer grouping”. Το peer grouping ομαδοποιεί εφαρμογές σύμφωνα με τις λειτουργίες τους, για παράδειγμα λογισμικά που κάνουν υπολογισμούς όπως η αριθμομηχανή, συγκρίνει τα δικαιώματα που ζητάει η καθεμία από αυτές τις εφαρμογές και τις ιδιότητες των ομαδοποιημένων εφαρμογών και αν κάποια από τις εφαρμογές που βρίσκεται σε αυτή την ομάδα, δεν συμφωνεί με το “μοτίβο” που έχει δημιουργηθεί, όπως π.χ. ζητάει αρκετά παραπάνω δικαιώματα, οι μηχανικοί ασφαλείας το ελέγχουν προσεκτικότερα.

Τον Μάρτιο του 2011, οι συσκευές που χρησιμοποιούσαν λειτουργικό Android, μολύνθηκαν για πρώτη φορά με κακόβουλο λογισμικό, το DroidDream όπως λεγόταν. Το κακόβουλο αυτό λογισμικό, είχε ενσωματωθεί σε διάφορες δωρεάν εφαρμογές που υπήρχαν στο Android Market, ένα ανεπίσημο κατάστημα διάθεσης εφαρμογών για τους χρήστες Android. Οι εφαρμογές ήταν κυρίως “πειρατικές” εκδοχές εφαρμογών που κυκλοφορούσαν επί πληρωμή, αλλά δινόταν η δυνατότητα στο χρήστη να τις κατεβάσει και να τις εγκαταστήσει στη συσκευή του δωρεάν μέσω του Android Market. Το DroidDream έδινε τη δυνατότητα στους ιδρυτές του να υποκλέψουν τα νούμερα IMEI (International Mobile Equipment Identity), IMSI (International Mobile Subscriber Identity), το μοντέλο του κινητού, τον πάροχο κινητής τηλεφωνίας κ.α.. Επίσης, το DroidDream έδινε τη δυνατότητα εγκατάστασης κώδικα στη μολυσμένη συσκευή. Το κακόβουλο λογισμικό επηρέασε μόνο όσες συσκευές είχαν εγκατεστημένη την έκδοση λειτουργικού Android 2.3 “Gingerbread” ή κάποια παλαιότερη. Η εκτίμηση που υπάρχει για τις συσκευές που μολύνθηκαν από το παραπάνω λογισμικό, είναι πάνω από 50.000 και η Google επιβεβαίωσε ότι υπήρχαν στο Android Market 58 διαφορετικές μολυσμένες εφαρμογές, που είχαν εγκατασταθεί σε περισσότερες από 260.000 συσκευές, πριν αποσυρθούν από το ηλεκτρονικό κατάστημα. Αρχικά, ο μόνος τρόπος που υπήρχε για να επιδιορθωθούν οι μολυσμένες συσκευές, ήταν οι χρήστες να επαναφέρουν τις εργοστασιακές ρυθμίσεις. Αργότερα, η Google διέθεσε ενημερώσεις ασφαλείας, που της επέτρεπαν να απομακρύνει το κακόβουλο λογισμικό απομακρυσμένα.

Τον Ιούνιο του 2017, επίσης, ερευνητές από την εταιρεία ασφαλείας Sophos, ανακοίνωσαν ότι βρήκαν 47 εφαρμογές, που έκαναν χρήση μιας βιβλιοθήκης, που εμφάνιζε διαφημίσεις στις συσκευές των χρηστών, ακόμα και μετά τον τερματισμό της εφαρμογής. Η Google αφαίρεσε μερικές εφαρμογές, μετά την ανακοίνωση της έρευνας, αλλά όχι όλες [59].

iOS App Store

Το iOS κάνει χρήση διαφόρων τεχνικών, όσον αφορά τα ζητήματα ασφαλείας. Ονομαστικά κάποιες από τις τεχνικές είναι οι Secure Boot, Secure Enclave, Passcode, Touch ID, ASLR (Address Space Layout Randomization), Non-Executable Memory, Encryption, Keychain, App Security, Network Security και Two-Factor Authentication. Το λειτουργικό της Apple macOS και κατ' επέκταση το iOS και το App Store, μέχρι στιγμής έχουν δεχτεί τα λιγότερα πλήγματα σε επίπεδο ασφαλείας, ούτε αυτό ωστόσο δεν είναι απόλυτα ασφαλές. Παρακάτω θα γίνει μία πιο συγκεκριμένη αναφορά, στα εργαλεία/τεχνικές που κάνει χρήση η Apple για να προστατεύσει το λογισμικό της και τους χρήστες της, όπως επίσης, θα γίνει αναφορά σε μερικά κενά ασφαλείας που έχουν βγει στο προσκήνιο, από την κυκλοφορία του πρώτου iPhone και της πρώτης έκδοσης του App Store, μέχρι και σήμερα.

1. Secure Boot

Κατά τη διαδικασία εκκίνησης της συσκευής, πριν αυτή πραγματοποιηθεί πλήρως, τρέχει στο παρασκήνιο της συσκευής, ένας χαμηλού επιπέδου κώδικας από τη μνήμη εκκίνησης (boot ROM). Σκοπός αυτής της διεργασίας, είναι να επιβεβαιώσει ότι ο χαμηλού επιπέδου Bootloader (εργαλείο που ελέγχει τις κατατμήσεις της συσκευής και μπορεί να αντληφθεί αν κάποια κατάτμηση έχει αλλαχθεί) είναι υπογεγραμμένος από το δημόσιο κλειδί της Apple (Root CA), αυτή η διεργασία πραγματοποιείται ώστε, να γίνει έλεγχος ότι δεν υπάρχει κάποιο λογισμικό μη εξουσιοδοτημένο στη συσκευή μας. Αφού τελειώσει η παραπάνω διεργασία με επιτυχή έλεγχο, σειρά παίρνει ο υψηλότερου επιπέδου Bootloader (iBoot). Αν δεν εντοπιστεί και εδώ κάποιο πρόβλημα, ο iBoot, θα συνεχίσει με την εκκίνηση του πυρήνα iOS και την εκκίνηση του λειτουργικού συστήματος.

2. Secure Enclave

Αυτό το εργαλείο αφορά ουσιαστικά έναν συνεπεξεργαστή (coprocessor) που περιέχει το δαχτυλικό αποτύπωμα (Touch ID). Έχει και αυτός τη δική του διεργασία ασφαλούς εκκίνησης (Secure Boot), ώστε να διασφαλίσει ότι η διαδικασία εκκίνησης της συσκευής είναι απόλυτα ασφαλής. Κάθε συνεπεξεργαστής, έχει ένα τυχαίο μοναδικό αριθμό αναγνώρισης, ο οποίος ορίζεται κατά τη διαδικασία δημιουργίας της συσκευής και δεν μπορεί να τροποποιηθεί εκ των υστέρων. Ουσιαστικά, αυτός ο αριθμός είναι ένα αναγνωριστικό κλειδί, που χρησιμοποιείται στην προσωρινή κρυπτογράφηση της μνήμης του συνεπεξεργαστή. Τέλος, ο συνεπεξεργαστής, στο επίπεδο της ασφαλείας της συσκευής, έχει δυνατότητα αποτροπής μιας “επίθεσης ωμής βίας” (brute force attack) μέσω του υπο-πρωτοκόλλου Anti-replay του IPsec (Internet Protocol Security) πρωτοκόλλου.

3. Passcode

Οι συσκευές της Apple, μπορούν να κάνουν χρήση ενός κωδικού που ορίζεται από τον χρήστη, ώστε μέσω αυτού, να ξεκλειδώνεται η συσκευή, να γίνουν τροποποιήσεις στις ρυθμίσεις συστήματος ή ακόμα και να γίνει κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση του περιεχομένου της συσκευής. Ο κωδικός αυτός, πριν εισαχθεί η τεχνολογία δαχτυλικού αποτυπώματος (Touch ID) ήταν ένας τετραψήφιος αριθμός και πλέον αποτελείται από έξι ψηφία αλφαριθμητικά.

4. Touch ID

Οι καινούργιες συσκευές, κυκλοφορούν πλέον με ενσωματωμένο αισθητήρα δαχτυλικού αποτυπώματος, που χρησιμοποιείται στο ξεκλείδωμα της συσκευής, στις αγορές μέσω ίντερνετ καθώς και στο να αποκτήσει πρόσβαση ο χρήστης στις διάφορες εφαρμογές που υποστηρίζουν την τεχνολογία αναγνώρισης δαχτυλικού αποτυπώματος, έναντι του αλφαριθμητικού κωδικού κλειδιού. Σε συνδυασμό με το Secure Enclave, το δαχτυλικό αποτύπωμα του χρήστη είναι απολύτως προστατευμένο, έχοντας σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί να αποκτήσει πρόσβαση κάποιος στα δεδομένα που συνθέτουν το δαχτυλικό αποτύπωμα στην μνήμη της συσκευής.

5. ASLR

Η τεχνική ASLR (Address Space Layout Randomization) είναι και αυτή μια διεργασία χαμηλού επιπέδου, που αποτρέπει τις επιθέσεις που έχουν σαν στόχο την διαφθορά της μνήμης (memory corruption). Παράδειγμα τέτοιας επίθεσης αποτελεί η προσπάθεια υπερχειλίσης της προσωρινής μνήμης (buffer overflow).

6. Non-Executable Memory

Εκμεταλλεύοντας τις δυνατότητες που προσφέρει η αρχιτεκτονική ARM που επικρατεί στους μικροεπεξεργαστές και είναι ενσωματωμένη στις κινητές συσκευές, το iOS δίνει τη δυνατότητα σε μερικά σημεία της μνήμης να σημειωθούν ως μη εκτελέσιμα. Αυτή η τεχνική σε παράλληλη λειτουργία με την ASLR αποφεύγει επιθέσεις που έχουν σαν στόχο την υπερχειλίση της προσωρινής μνήμης.

7. Encryption

Η κρυπτογράφηση που πραγματοποιείται όταν γίνεται χρήση κάποιου κωδικού (Passcode) με την χρήση της μεθόδου AES 256 συμπληρώνει την κρυπτογράφηση των δεδομένων που γίνεται στο Secure Enclave.

8. Keychain

Το iOS Keychain είναι μια βάση δεδομένων που περιέχει πληροφορίες εισόδου, οι οποίες μπορούν να μοιραστούν στις διάφορες συσκευές που έχει ένας χρήστης ή μια εταιρεία. Όλα τα δεδομένα του Keychain είναι κρυπτογραφημένα.

9. App Security

Η ασφάλεια των εφαρμογών που διανέμονται από το App Store υπογράφονται επίσης με ασφαλή πιστοποιητικά από την Apple. Αυτή η διαδικασία, ξεκινώντας από το Secure Boot μέχρι και το επίπεδο των εφαρμογών, ονομάζεται “chain of trust”. Επίσης, οι εφαρμογές αποθηκεύονται με τέτοιο τρόπο στο υπολογιστικό νέφος της Apple, ώστε η μία εφαρμογή να είναι απομονωμένη από την άλλη.

10. Network Security

Σε επίπεδο δικτύου η Apple υποστηρίζει το πρωτόκολλο κρυπτογράφησης Transport Layer Security (TLS). Επίσης, το iOS χρησιμοποιεί μια τυχαία διεύθυνση ελέγχου προσπέλασης (MAC Address), ώστε οι συσκευές να μην μπορούν να εντοπιστούν από κάποιον που παρακολουθεί την κίνηση των ασυρμάτων δικτύων (Wireless network traffic sniffing).

11. Two-Factor Authentication

Τελευταίος έλεγχος ασφαλείας που προστέθηκε στο iOS καθώς και στις εφαρμογές που εντοπίζονται στο iOS App Store, είναι αυτός του ελέγχου δύο συντελεστών ασφαλείας. Στην περίπτωση που κάποιος άλλος εκτός του κατόχου της συσκευής, κατέχει με κάποιον τρόπο το Apple ID καθώς και τον κωδικό πρόσβασης, έχοντας ενεργοποιημένο το Two-Factor Authentication, στέλνεται σε μήνυμα σε μια έμπιστη συσκευή που έχει οριστεί από τον χρήστη έναν δεύτερο κωδικό, που απαιτείται επιπλέον του κωδικού της συσκευής που έχει πέσει σε ξένα χέρια.

Κανένα λογισμικό όπως έχουμε δει όμως, δεν είναι πλήρως ασφαλές, όσες δικλίδες ασφαλείας και αν πάρουν οι σχεδιαστές του. Έτσι και στην περίπτωση του iOS και του iOS App Store έχουν υπάρξει περιπτώσεις που κακόβουλο λογισμικό έχει εισαχθεί στις πλατφόρμες και στις εφαρμογές του. Ένα ίσως από τα πιο σοβαρά περιστατικά ασφαλείας έγινε γνωστό τον Σεπτέμβριο του 2015. Η Apple επιβεβαίωσε ότι 39 μολυσμένες εφαρμογές αφαιρέθηκαν από το κατάστημα China App Store, στις οποίες περιλαμβανόταν κακόβουλος κώδικας που έδινε τη δυνατότητα στον δημιουργό του, να υποκλέψει ευαίσθητες πληροφορίες από τους χρήστες [60].

4.2 Συμπεράσματα και μελλοντικές εξελίξεις

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μια βιβλιογραφική μελέτη της χρήσης και εφαρμογής πλατφορμών οι οποίες επιχειρούν να καταστήσουν απλούστερη τη διαδικασία διαχείρισης και αναβάθμισης εφαρμογών κινητού υπολογισμού, με άμεση προώθηση των αλλαγών στις απομακρυσμένες κινητές συσκευές. Στο πλαίσιο αξιολόγησης των πλατφορμών, αναλύθηκαν εργαλεία τα οποία επιτρέπουν την ανάπτυξη λογισμικού ανεξάρτητου πλατφόρμας. Όπως παρατηρήθηκε, τα συγκεκριμένα εργαλεία δίνουν διαφορετικές δυνατότητες στους προγραμματιστές σύμφωνα με το τύπο της εκάστοτε εφαρμογής αλλά και τα χαρακτηριστικά που επιλέγει ο εκάστοτε προγραμματιστής κατά την ανάπτυξη λογισμικού όπως είναι η χρησιμότητα ή το χαμηλό κόστος. Στη συνέχεια δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση σε υπηρεσίες οι οποίες υποστηρίζουν τη διάθεση εφαρμογών κινητού υπολογισμού προσφέροντάς τους δυνατότητες όπως live streaming, αποθήκευση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο αλλά και δυνατότητες στους παρόχους των εφαρμογών, όπως παράθεση αναλυτικών στοιχείων σχετικά με τη χρήση και εξέλιξη των εφαρμογών τους. Ύστερα από την ανάλυση των υπηρεσιών οι οποίες προσφέρονται από τα διαδικτυακά νεφούπολογιστικά εργαλεία, προέκυψε το συμπέρασμα πως οι συγκεκριμένες υπηρεσίες απευθύνονται σε προγραμματιστές με διαφορετικό επίπεδο εμπειρίας τόσο σε προγραμματισμό αλλά και στη λειτουργία των νεφούπολογιστικών περιβαλλόντων. Πέραν αυτού, το κόστος και η χρησιμότητα αυτών των εργαλείων είναι καθοριστικής σημασίας για την επιλογή του κατάλληλου.

Με την έλευση της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, μια πληθώρα από τεχνολογίες αιχμής αναδύονται με αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων ερευνητικών ευκαιριών και προκλήσεων. Καινοτόμες τεχνολογίες στο χώρο των τηλεπικοινωνιών και κινητών εφαρμογών αποτελούν οι αρχιτεκτονικές 5G και τα μοντέλα υπολογιστικών πόρων στο άκρο (edge paradigms). Οι αρχιτεκτονικές 5G θα επιτρέψουν μεταξύ άλλων, αποδοτική επικοινωνία μεταξύ συσκευών οι οποίες βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (device-to-device proximity services) και ενεργειακή απόδοση κατά την εκτέλεση διεργασιών υψηλής υπολογιστικής ισχύος [61]. Στα μοντέλα υπολογιστικών πόρων στο άκρο ανήκουν τεχνολογίες όπως Mobile Edge Computing (MEC), Mobile Cloud Computing (MCC) και Fog Computing [62]. Δεδομένου ότι στη σύγχρονη κοινωνία οι κινητές συσκευές (smartphones, tablets) έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ανθρώπων με πολλά πλεονεκτήματα λόγω των εφαρμογών που εκτελούνται σε αυτές, λόγω του όγκου δεδομένων που διασχίζονται το δίκτυο που διασυνδέει κινητές συσκευές και τους υπολογιστικούς πόρους, πολλές προκλήσεις δημιουργούνται. Οι προκλήσεις δημιουργούνται λόγω όγκου δεδομένων αλλά και λόγω της αυξημένης διαδικτυακής κίνησης και των πολύπλοκων πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται, τα οποία απαιτούν low-latency και high-bandwidth. Διαμέσω των Mobile Backend-as-a-Service (MbaaS) περιβαλλόντων τα οποία παρέχουν νεφούπολογιστικές υπηρεσίες, οι συγκεκριμένες εφαρμογές δύναται να λειτουργήσουν

αποδοτικά, ωστόσο οι προκλήσεις μετριάζονται χωρίς να επιλύονται ολοκληρωτικά και με τη πάροδο του χρόνου, νέα προβλήματα θα αναδυθούν.

Έτσι, τα MBaaS θα μπορούσαν να βελτιώσουν τη λειτουργία τους αν παρείχαν υπηρεσίες πιο κοντά στους χρήστες μέσω MEC περιβαλλόντων. Τα περιβάλλοντα MEC παρέχουν υπολογιστικού πόρους και υπηρεσίες υπολογιστικού νέφους εντός των τηλεπικοινωνιακών δικτύων, εκεί δηλαδή όπου βρίσκονται οι χρήστες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη παροχή υπηρεσιών backend μέσω της έκθεσης πόρων στους σταθμούς της κινητής τηλεφωνίας. Έτσι, η ταχύτητα με την οποία διανέμεται μια υπηρεσία είναι πολύ μεγαλύτερη. Σύμφωνα με την τεχνική αναφορά του ETSI (European Telecommunications Standards Institute), ένα μοντέλο υπολογιστικών πόρων στο άκρο MEC χαρακτηρίζεται από [64]:

- Τα περιβάλλοντα MEC μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς την υποστήριξη από το υπόλοιπο δίκτυο και απομακρυσμένους υπολογιστικούς πόρους.
- Λόγω της εγγύτητας των πόρων στους χρήστες, είναι εφικτή η ανάλυση και επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων (big data), για απαιτητικές εφαρμογές όπως εκείνες οι οποίες υποστηρίζουν ενισχυμένη πραγματικότητα (AR).
- Η ποιότητα του λογισμικού είναι υψηλότερη λόγω μειωμένης καθυστέρησης και υψηλού εύρους ζώνης.
- Οι εφαρμογές που λειτουργούν βάση του μοντέλου MEC είναι σε θέση να συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τη χρήση του δικτύου σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας αναλυτικά στοιχεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Τα συγκεκριμένα περιβάλλοντα υποστηρίζουν τη λειτουργία των υπολογιστικών τους πόρων σε συνδυασμό με 4G αλλά και με 5G δίκτυα. Σε αυτή τη περίπτωση τα πλεονεκτήματα στην πλευρά των χρηστών θα ήταν αναρίθμητα παρέχοντας αξιόπιστες και συνεπείς υπηρεσίες για την υποστήριξη εφαρμογών κινητού υπολογισμού. Βέβαια, το κόστος των εφαρμογών θα ήταν υψηλότερο λόγω της πολυπλοκότητας αυτών των δικτυακών αρχιτεκτονικών, οι οποίες υποστηρίζονται από τεχνολογίες, όπως Software Defined Networking (SDN), Network Functions Virtualization (NFV) και μηχανισμών Interprocess Communication (IPC). Η παροχή MBaaS μέσω MEC θα μπορούσε να επιλύσει κρίσιμα ζητήματα στις κινητές συσκευές όπως της διάρκειας ζωής της μπαταρίας, της υπολογιστικής ισχύος, της περιορισμένης επεξεργασίας και περιορισμένου αποθηκευτικού χώρου [65]. Σε αντίθεση με το μοντέλο MEC, το μοντέλο MCC δε θα μπορούσε να αντιμετωπίσει τις υπάρχουσες προκλήσεις αποδοτικά μέσω της τεχνολογίας των cloudlets, αφού προσφέρουν περιορισμένη δικτυακή κάλυψη για κοντινές συσκευές, ενώ το MEC είναι εξοπλισμένο με καλύτερες τεχνικές εκφόρτωσης διεργασιών στο άκρο, παρέχοντας σταθερότητα.

Πιο αναλυτικά, υπηρεσίες MbaaS οι οποίες θα μπορούσαν να παρέχονται μέσω MEC είναι οι ακόλουθες:

- **Analytics:** Η συγκεκριμένη υπηρεσία θα συγκεντρώνει δεδομένα τα οποία θα επιβληθούν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Τα συγκεκριμένα στοιχεία θα αφορούν κυρίως τη χρησιμότητα της εφαρμογής, αλλά και της διαδικτυακής κίνησης που δημιουργείται από τον εκάστοτε χρήστη προς και από την MEC υποδομή. Λόγω της κατακεκομμένης φύσης των MEC και προκειμένου να υλοποιηθεί η συγκεκριμένη λύση, θα πρέπει να οριστεί ο τρόπος με τον οποίο θα συλλέγονται και θα αποθηκεύονται τα δεδομένα, τα οποία θα είναι υπεύθυνα για το καθορισμό των αναλυτικών στοιχείων.

- **Push Notifications:** Για την υλοποίηση αυτής της υπηρεσίας, θα πρέπει να διασυνδεθούν πλατφόρμες όπως η APN της Apple και η FCM/GCM της Google μέσω ενός Application Programming Interface (API) με μια native εφαρμογή η οποία θα αναλαμβάνει τη διαχείριση και αποστολή των ειδοποιήσεων διαμέσω των κατακεκομμένων πόρων του MEC περιβάλλοντος. Δεδομένου των παραπάνω, η συγκεκριμένη λύση θα απαιτούσε κυρίως ανάπτυξη διεπαφών API για τη παροχή πολλαπλών υπηρεσιών.

- **User Storage:** Για την αποθήκευση δεδομένων χρήστη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η αρχιτεκτονική ενός MEC. Η πρόκληση η οποία παρουσιάζεται με τη συγκεκριμένη αποθήκευση, έγκειται στο γεγονός πως οι πόροι στο άκρο είναι περιορισμένοι και πως απαιτείται μόνιμη αποθήκευση (persistent storage) των δεδομένων. Λόγω των παραπάνω δυσκολιών, θα μπορούσε να ακολουθηθεί μια προσέγγιση κατά την οποία η αποθήκευση δεδομένων θα μπορούσε να πραγματοποιείται από τους χρήστες αρχικά στους πόρους στο άκρο και στη συνέχεια ασύγχρονα να αποθηκεύονται στο νεφούπολογιστικό περιβάλλον. Στη συνέχεια, για την ανάγνωση δεδομένων θα πραγματοποιείται κλήση για τη μεταφορά δεδομένων από το σύστημα το οποίο θα είναι τοποθετημένο στο άκρο και το οποίο θα δέχεται την κλήση από τον εκάστοτε χρήστη. Έτσι, τα δεδομένα θα μεταδίδονται στο χρήστη διαμέσω του συστήματος στο άκρο εφόσον θα μεταφορτώνονται σε αυτό για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Σε περίπτωση που μια απρόσμενη κατάσταση δημιουργήσει πρόβλημα στη διασύνδεση χρήστη με το σύστημα, τότε όταν ο χρήστης πραγματοποιήσει εκ νέου κλήση για δεδομένα, αυτά θα αποσταλούν από το άκρο.

- **Microservices:** Οι εταιρείες και ο ευρύτερος επιχειρηματικός τομέας χρειάζονται υπηρεσίες διαμέσω των οποίων να είναι εφικτή η προσαρμογή της λογικής που ακολουθούν, στην εφαρμογή κινητού υπολογισμού που διατίθεται στους χρήστες/πελάτες τους. Στην περίπτωση ενός μοντέλου MEC, οι συγκεκριμένες υπηρεσίες θα παρέχονται με υβριδικό τρόπο μέσω των πόρων στο άκρο αλλά και του νεφούπολογιστικού περιβάλλοντος. Για τη συνεργατική παροχή microservices, υψίστης σημασίας θα είναι η ανάπτυξη APIs, τα οποία θα διασυνδέουν διαφορετικά τμήματα της MEC υποδομής.

- Reporting: Για τη περίπτωση του reporting, όπως και στη περίπτωση της υπηρεσίας Analytics, θα πρέπει να οριστεί ο τρόπος με τον οποίο θα συλλέγονται και θα αποθηκεύονται τα δεδομένα βάσει των οποίων θα λειτουργεί το reporting.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- [1] Wikipedia, “Mobile App”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_app [Πρόσβαση Οκτώβριος 2017].
- [2] Ken Yarmosh (2016), “How Often Should You Update Your App?”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://savvyapps.com/blog/how-often-should-you-update-your-app> [Πρόσβαση Οκτώβριος 2017].
- [3] Ian Blair, Mobile App Development Blog, “10 Best Cross Platform Mobile Development Tools”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://buildfire.com/best-mobile-cross-platform-development-tools/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [4] “Apache Cordova Artwork”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://cordova.apache.org/artwork/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [5] Open Source Guide, “PhoneGap/Cordova”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.open-source-guide.com/en/Solutions/Development-and-intermediate-layers/Cross-platform-mobile-frameworks/Phonogap-cordova> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [6] Apache Cordova, “Architectural overview of Cordova platform”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://cordova.apache.org/docs/en/latest/guide/overview/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [7] UniScoop, “Appcelerator Titanium Review”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://uniscoop.com/good-bad-appcelerator-titanium/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [8] Appcelerator Titanium Tutorial (2013), [Ηλεκτρονικό]. Available: http://randikastitaniumtutorial.blogspot.gr/2013/04/introduction-to-appcelerator-titanium_10.html [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [9] Appcelerator Wiki (2011), “Titanium Mobile Overview – Documentations and Guides”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://wiki.appcelerator.org/pages/viewpage.action?pageId=27164787> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [10] Mobile World Live (2013), “Microsoft linked to dev tool provider Xamarin”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.mobileworldlive.com/apps/news-apps/microsoft-linked-tool-provider-xamarin-reports/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [11] Business Wire (2014), “Xamarin and Samsung Collaborate to Bring Advanced Security to Enterprise Applications”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.businesswire.com/news/home/20140317005266/en/Xamarin-Samsung-Collaborate-Bring-Advanced-Security-Enterprise> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].

- [12] Cygnet Infotech (2015), “PhoneGap or Titanium or Xamarin - Which Cross-Platform Framework Should You Choose?”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cygnet-infotech.com/blog/phonegap-or-titanium-or-xamarin-which-cross-platform-should-you-choose> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [13] Cogito Solutions, “Sencha Ext JS”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.cogitosolutions.com/hk/node/434> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [14] Ext JS – JavaScript Framework for web apps, “Sencha Ext JS”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.sencha.com/products/extjs/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [15] Learning Corona SDK with the DevilSquid, “Corona Level Editor”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://devilsquid.com/corona-level-editor/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [16] Wikipedia, “Corona (software)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Corona_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Corona_(software)) [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [17] AppFutura (2015), “Ionic Framework: free SDK for developing hybrid mobile apps”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.appfutura.com/blog/ionic-framework-free-sdk-for-developing-hybrid-mobile-apps/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [18] Ionic Framework, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://forum.ionicframework.com/t/is-there-a-graphic-diagram-available-that-shows-how-ionic-2-and-all-related-technologies-connect/88375> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [19] Wikipedia, “Ionic (mobile app framework)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_\(mobile_app_framework\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_(mobile_app_framework)) [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [20] The Qt Company, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www1.qt.io/company/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [21] Qt, “Cross-platform software development for embedded and Desktop”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.qt.io/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [22] Business Wire (2014), “Qt Creator IDE”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.businesswire.com/news/home/20140225005937/en/Digia-announces-major-update-Qt-Enterprise-Embedded> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [23] Κοντόπουλος Ιάσων, Ματσαρίδης Παναγιώτης, (2013), “Cloud Computing”, Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής & Τηλεπικοινωνιών Πολυτεχνική Σχολή Κοζάνης Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας [Ηλεκτρονικό]. Διαθέσιμο: https://arch.icte.uowm.gr/docs/CloudComputing_Parallel_Distributed_Dasygenis_Matsari_dhs_Kontopoulous.pdf [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [24] Sarah Jacobsson Purewal (2015), “How to free up Google Drive space”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.cnet.com/how-to/how-to-free-up-google-drive-space/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].

- [25] Microsoft OneDrive Plans, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://onedrive.live.com/about/en-US/plans/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [26] Dropbox, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.dropbox.com/help/billing/cost> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [27] Cloud Storage Security Comparison (2018), [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://tresorit.com/cloud-storage-comparison> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [28] The Balance, “Review of Cloud Storage Service MEGA”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.thebalance.com/mega-review-1356576> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [29] Ευαγγελία Κοκκίνου (2017), “Εφαρμογές νέφους (cloud computing)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.slideshare.net/kokkinoulitsa/cloud-computing-71824176> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [30] Wikipedia, “Cloud computing”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [31] Shshil B., Leena J., Sandeep J.; (2010); "Cloud Computing: A study of infrastructure as a service (IaaS)"; International Journal of Engineerig and Information Technology; Waves publishers [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [32] Krishnan Subramanian (2013), “MBaaS and PaaS: Different Dance On The Same Data”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://allthingsplatforms.com/platforms/mbaas-and-paas-different-dance-on-the-same-data/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [33] Cristian Spoiala (2015), “Cloud offering: Comparison between IaaS, PaaS, SaaS, BaaS”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://assist-software.net/blog/cloud-offering-comparison-between-iaas-paas-saas-baas> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [34] David Chou (2009), “Patterns of Cloud Applications Using Microsoft Azure Services Platform”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.slideshare.net/davidcchou/patterns-of-cloud-applications-using-microsoft-azure-services-platform> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [35] Wikipedia, “Patch (computing)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Patch_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Patch_(computing)) [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [36] Wikipedia, “Punched tape”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Punched_tape [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [37] Wikipedia, “Floppy disk”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Floppy_disk [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [38] Wikipedia, “Compact disc”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Compact_disc [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [39] World vector Logo, “Google Play”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://worldvectorlogo.com/logo/google-play> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].

- [40] Wikipedia, “Google Play”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Play [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [41] Quora, “Which store has a better collection of mobile apps? Apple AppStore or Google Play?”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.quora.com/Which-store-has-a-better-collection-of-mobile-apps-Apple-AppStore-or-Google-Play> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [42] Wikipedia, “App Store (iOS)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/App_Store_\(iOS\)](https://en.wikipedia.org/wiki/App_Store_(iOS)) [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [43] Apple Developer, “TestFlight Overview”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://developer.apple.com/testflight/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [44] TestFairy API Documentation, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://docs.testfairy.com/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [45] Applivery Docs, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.applivery.com/docs/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [46] Windows Central, “New Windows Phone Store web badge available for developer”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.windowscentral.com/new-windows-phone-store-web-badge-available-developers> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [47] Wikipedia, “Microsoft Store (digital)”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Store [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [48] Wikipedia, “Windows Phone Store”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Phone_Store [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [49] ionic.io services, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://docs.ionic.io/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [50] Ionic Platform, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://legacy.docs.ionic.io/docs/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [51] Ionic Framework Blog, “Sunsetting Ionic Cloud Push and Auth”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://blog.ionic.io/sunsetting-ionic-cloud-push-and-auth/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [52] “How to Build a Product Loved by Millions and Get Acquired by Google: The Firebase Story”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://hackernoon.com/how-to-build-a-product-loved-by-millions-and-get-acquired-by-google-the-firebase-story-82dab4e3e80c> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [53] Wikipedia, “Firebase”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Firebase> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [54] Firebase Documentation, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://firebase.google.com/docs/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].

- [55] Amazon, “Amazon Web Services (AWS) Documentation”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://aws.amazon.com/documentation/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [56] Kumulos Platform Overview, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://docs.kumulos.com/build/kscript/> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [57] Android Guides - Kinvey, “The basics you need to know to add any backend feature to your app.”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://devcenter.kinvey.com/android/guides> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [58] GitHub, “Parse Server”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://github.com/parse-community/parse-server> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [59] Wikipedia, “Google Play – Application Security”, [Ηλεκτρονικό]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Play#Application_security [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [60] Wikipedia, “iOS Security”, [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/IOS#Security> [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [61] Rupendra Nath Mitra, Dharma P. Agrawal. “5G mobile technology: A survey”. ICT Express, Volume 1, Issue 3, 2015, Pages 132-137, ISSN 2405-9595 [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [62] Nasir Abbas, Yan Zhang, Amir Taherkordi and Tor Skeie. “Mobile Edge Computing: A Survey”. IEEE Internet of things journal, 5(1), pp. 451-465. February 2018 [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [63] Y. C. Hu, M. Patel, D. Sabella, N. Sprecher, and V. Young, “Mobile edge computing—A key technology towards 5G,” ETSI, Sophia Antipolis, France, White Paper, vol. 11, 2015 [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [64] M. Patel et al., “Mobile-edge computing—Introductory technical white paper,” White Paper, Mobile-Edge Computing (MEC) Industry Initiative, 2014 [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].
- [65] Rahimi, M.R., Ren, J., Liu, C.H., Vasilakos, A.V. and Venkatasubramanian, N., 2014. “Mobile cloud computing: A survey, state of art and future directions”. Mobile Networks and Applications, 19(2), pp.133-143 [Πρόσβαση Φεβρουάριος 2018].