

Η Τεχνολογία Near Field Communications (NFC)

Αναστάσιος Καλαϊτζίδης
Πανεπιστήμιο Μακεδονίας / Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής
Τηλ. 6936747354
E-mail: mai17042@uom.edu.gr

...

Περίληψη

Η ψηφιακή επανάσταση που έχει επέλθει με τεχνολογίες όπως το Cloud, το Internet of Things και τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα βασίστηκε σε καινοτόμες τεχνολογίες επικοινωνίας, όπως το WiFi και το Near Field Communications (NFC). Το φυσικό επίπεδο του NFC βασίζεται στο Radio frequency identification (RFID), περιλαμβάνοντας όμως πλήθος προτύπων και επιπέδων που επιτρέπουν πολυπλοκότερες μορφές επικοινωνίας. Σε αυτές, η δομή των δεδομένων που ανταλλάσσεται μεταξύ των μέσων, βασίζεται κυρίως στο πρότυπο NFC Data Exchange Format, το οποίο και ενσωματώθηκε στα περισσότερα σύγχρονα NFC tags (chips). Οι τρόποι λειτουργίας του NFC περιλαμβάνουν α) τη δυνατότητα ανάγνωσης /εγγραφής chip (δηλαδή προγραμματισμού), β) τη λειτουργία Peer-to-Peer, όπου δύο μέσα (όπως έξυπνα τηλέφωνα ή συσκευές IoT) δύναται να επικοινωνούν μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας δεδομένα NDEF και γ) τη λειτουργία εξομοίωσης κάρτας, όπου μπορούμε να εξομοιώσουμε μια κάρτα (όπως πιστωτική ή έξυπνο πορτοφόλι) με μια συσκευή που φέρει τη δυνατότητα ενεργής επικοινωνίας, μέσω της τεχνολογίας NFC. Τέλος, ιδιαίτερα εντυπωσιακά συμπεράσματα προκύπτουν μελετώντας τα περιθώρια εμπορικής αξιοποίησης της τεχνολογίας NFC καθώς και τις μελλοντικές εφαρμογές που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν (για παράδειγμα εκμεταλλευόμενοι συσκευές IoT).

[NFC, NDEF, Peer-to-Peer]

1. Η Τεχνολογία NFC

1.1. Η Επανάσταση του RFID

Η τεχνολογία Radio frequency identification (RFID) έχει ενσωματωθεί εκτενώς στη ζωή μας, προσφέροντας νέες δυνατότητες και πλήθος εφαρμογών, όπως: Ανέπαφες συναλλαγές, Χρονομέτρηση αθλητών, Καταγραφή διελεύσεων, Διαχείριση διοδίων, Διαχείριση αποθήκης ή Εντοπισμός ανθρώπων/ζώων.

Το RFID αξιοποιεί τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία προκειμένου να βοηθήσει στον εντοπισμό και την αναγνώριση αντικειμένων (όπως κάρτες ή αφίσες) που φέρουν συγκεκριμένα μικροκυκλώματα RFID (tags). Τα τελευταία περιέχουν αποθηκευμένη μια ψηφιακή πληροφορία την οποία και μεταδίδουν όταν προσεγγίσουν τα ανωτέρω πεδία και ενεργοποιηθούν.

Τα μικροκυκλώματα RFID (tags) κατηγοριοποιούνται σε Ενεργητικά (Active) tags και Παθητικά (Passive) tags. Τα Παθητικά tags ενεργοποιούνται μόνο όταν λάβουν ενέργεια από το πεδίο που δημιουργεί ένας αναγνώστης RFID (RFID Reader). Όταν ενεργοποιηθούν εκπέμπουν την αποθηκευμένη πληροφορία σε κοντινή απόσταση. Αντιστρόφως, τα Ενεργητικά tags περιέχουν μια μπαταρία η οποία επιτρέπει τη διαρκή εκπομπή της αποθηκευμένης ψηφιακής πληροφορίας, σε απόσταση εκατοντάδων μέτρων.

Συχνότητες	Απόσταση	Χρήσεις
120-150kHz (LF)	<10εκ.	Ελεγκτές πρόσβασης κτλ
13.56MHz (HF)	10εκ.-1μ	Διαχείριση αποθήκης
865-868MHz (Ευρώπη)	1-12m	Χρονομέτρηση αθλητών

Πίνακας 1: Κοινές συχνότητες RFID

1.2. Η εξέλιξη του NFC

Η τεχνολογία NFC παρουσιάστηκε στα τέλη του 2002 στα πλαίσια της κοινής συνεργασίας των εταιριών Philips και Sony. Το Δεκέμβριο 2003, η ευρωπαϊκή ECMA International δημοσίευσε τα NFC Standards¹. Το ίδιο διάστημα η τεχνολογία υιοθετήθηκε από τον διεθνή οργανισμό πιστοποίησης ISO (International Organization for Standardization) και τη Διεθνή Ηλεκτροτεχνική Επιτροπή IEC (International Electrotechnical Commission). Το 2004 οι εταιρίες Nokia, Philips και Sony ίδρυσαν το NFC Forum, με σκοπό την προώθηση της τεχνολογίας NFC.[5]

Μπορούμε να ισχυριστούμε ότι το Near field communication (NFC) αποτελεί μια επέκταση του RFID, η οποία όμως υποστηρίζει πολυπλοκότερες λειτουργίες, όπως Ανάγνωση /Εγγραφή παθητικών RFID/NFC tags ή Επικοινωνία μεταξύ συσκευών NFC (peer-to-peer), συνήθως προκειμένου να ανταλλάξουν διαπιστευτήρια και να αρχικοποιήσουν μακροπρόθεσμες μορφές επικοινωνίας με άλλα μέσα (όπως Bluetooth ή WiFi).

Οι έξυπνες συσκευές που υποστηρίζουν το NFC περιλαμβάνουν α) Έξυπνα κινητά με δυνατότητα NFC, τα οποία πρωταγωνιστούν στην προώθηση της τεχνολογίας, β) Αναγνώστες NFC (για παράδειγμα Συσκευές ανέπαφων πληρωμών) και γ) NFC tags.

Τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία του NFC περιλαμβάνουν απόσταση ανάγνωσης μικρότερη των 10 εκ., συχνότητα επικοινωνίας 13.56MHz, ταχύτητες επικοινωνίας 106, 212 ή 424 Kbps και επιπρόσθετα στοιχεία, όπως ασφάλεια επικοινωνίας, φέροντας κρυπτογραφικά κλειδιά.[6]

Ένα πρακτικό παράδειγμα χρήσης της τεχνολογίας NFC είναι η δυνατότητα προσέγγισης συσκευών που την υποστηρίζουν, όπως ένα έξυπνο κινητό (smartphone) και ένα ηχοσύστημα. Το NFC ως τεχνολογία χαμηλής ενέργειας, εκπέμπει σε κοντινές αποστάσεις μικρότερες των 10 εκ. και μπορεί να λειτουργεί παράλληλα με άλλες τεχνολογίες όπως το WiFi χωρίς προβλήματα. Τα δύο συστήματα του παραδείγματος θα ανταλλάξουν τεχνικά στοιχεία επικοινωνίας, όπως η υποστήριξη WiFi και θα εκκινήσουν τη διαδικασία μετάδοσης μουσικής από το τηλέφωνο προς το ηχοσύστημα μέσω αυτού.

Με τον ίδιο τρόπο λειτουργούν και οι ανέπαφες πληρωμές, όπως το Google Wallet, όπου μεταφέρονται μέσω NFC τα στοιχεία της πιστωτικής μας κάρτας στη συσκευή ανάγνωσης καρτών του καταστήματος.

Μια φορητή συσκευή που υποστηρίζει τεχνολογία NFC αποτελείται εκτός των άλλων από τα Στοιχεία Ασφαλείας (Secure Elements) και από τη διασύνδεση NFC.

Τα Ασφαλή Στοιχεία (SE) είναι μια πλατφόρμα ικανή να παρέχει ένα ασφαλές περιβάλλον για την εκτέλεση των προγραμμάτων και επεξεργασία κρίσιμων δεδομένων, όπως τα στοιχεία μιας πιστωτικής κάρτας. Αξιοποιούν κρυπτογραφικές μεθόδους και μπορούν να βρεθούν σε ένα ενσωματωμένο μικροκύκλωμα στην πλακέτα ενός κινητού, σε μια κάρτα SIM/UICC ενός παρόχου δικτύου ή ακόμα και σε μια κάρτα, τύπου SD, που εισάγεται στο κινητό.

Η διασύνδεση NFC αποτελείται από αναλογικά και ψηφιακά τμήματα που καλούνται NFC Contactless Front End (NFC CLF), την NFC κεραία και έναν ελεγκτή NFC ο οποίος επικοινωνεί με τα Ασφαλή Στοιχεία (SE) του κινητού τηλεφώνου (μέσω διασυνδέσεων SWP και NFC-WI). Επιπλέον, ο ελεγκτής NFC επικοινωνεί με τον Κεντρικό Ελεγκτή του κινητού (Host Controller) χρησιμοποιώντας τη διεπαφή Κεντρικού Ελεγκτή (Host Controller Interface HCI). Ο Κεντρικός Ελεγκτής του κινητού καθορίζει τους τρόπους λειτουργίας του ελεγκτή NFC και εγκαθιδρύει την επικοινωνία μεταξύ του ελεγκτή NFC και του Ασφαλούς Στοιχείου SE.

Η τεχνολογία NFC διαρθρώνεται στα επίπεδα α) του υλικού, β) των τρόπων διεπαφής όπως οι κάρτες και το Peer-to-Peer και γ) στο επίπεδο του λογισμικού, όπου κάνουμε ανάγνωση και επεξεργασία των NDEF μηνυμάτων.[5]

1 1) ECMA-340 “Near Field Communication – Interface and Protocol (NFCIP-1)” 2) ISO/IEC 18092 (ISO/IEC JTC1 υιοθέτησε το ECMA-340), 3) ECMA-352 “Near Field Communication Interface and Protocol – 2 (NFCIP-2)”

2. NFC Data Exchange Format

Το NFC Forum ανέπτυξε το πρότυπο NDEF για να περιγράψει τη μορφή των δεδομένων που ανταλλάσσονται μεταξύ NFC συσκευών και tags. Ένα μήνυμα NDEF λαμβάνεται από ένα tag, από μια φορητή συσκευή ή ακόμα και σε περιπτώσεις επικοινωνίας Peer-to-Peer.

Ένα NDEF μήνυμα μπορεί να περιέχει απεριόριστες NDEF εγγραφές μεγέθους $(2^{32}-1) * 8\text{bits}$, οι οποίες συνδέονται αλυσιδωτά μεταξύ τους. Κάθε NDEF εγγραφή περιλαμβάνει μια σειρά από πεδία που περιγράφουν τη θέση της εγγραφής και το φορτίο που αυτή φέρει.

Το πρώτο πεδίο περιλαμβάνει 8bits στα οποία διαλαμβάνονται οι εξής πληροφορίες:

- MB Message Begin : Αν τεθεί ίσο με 1 σημαίνει ότι είναι η πρώτη εγγραφή του μηνύματος.
- ME Message End : Αν τεθεί ίσο με 1 σημαίνει ότι είναι η τελευταία εγγραφή του μηνύματος.
- CF Chunk Flag : Αν τεθεί ίσο με 1 σημαίνει ότι η εγγραφή είναι το πρώτο κομμάτι της εγγραφής αλλιώς το μέσο κομμάτι της εγγραφής.
- SR Short Record : Αν τεθεί ίσο με 1 σημαίνει ότι το πεδίο PAYLOAD LENGTH έχει μέγεθος 8bits.
- IL Id Length : Αν τεθεί ίσο με 1 σημαίνει ότι το πεδίο ID LENGTH έχει μέγεθος 8bits.
- TNF Type Name Format : 3bits περιγράφουν έναν ακέραιο ο οποίος αντιστοιχεί σε έναν τύπο εγγραφής.

Κωδικός TNF	Τύπος Εγγραφής
0x00	Άδεια Εγγραφή
0x01	Γνωστή Εγγραφή που ορίζεται από το Record Type Definition (RTD)
0x02	MIME (Δεδομένα Media)
0x03	Απόλυτο URI
0x04	Εξωτερική Εγγραφή (ορίζεται στο RTD)
0x05	Άγνωστη Εγγραφή
0x06	Αμετάβλητη Εγγραφή

Πίνακας 2 : Αντιστοιχία κωδικών TNF με Τύπους εγγραφής

Τα επόμενα τρία πεδία TYPE LENGTH , PAYLOAD LENGTH και ID LENGTH καθορίζουν τα μεγέθη των αντίστοιχων πεδίων TYPE, PAYLOAD και ID με έναν ακέραιο που ορίζει το πλήθος των 8bits.

Το πεδίο TYPE Καθορίζει το τύπο του φορτίου και πρέπει να είναι εναρμονισμένο με την τιμή του TNF. Το πεδίο ID φέρει ένα αναγνωριστικό που χρησιμοποιείται από την εφαρμογή του χρήστη για να διαφοροποιήσει τις εγγραφές μεταξύ τους. Σε περίπτωση που το πεδίο IL τεθεί ίσο με 0 τότε παραλείπεται. Το πεδίο PAYLOAD φέρει τα δεδομένα του φορτίου της εγγραφής.

Ο πιο χρήσιμος τύπος εγγραφής είναι η «Γνωστή εγγραφή» (TNF=0x01) του NFC Forum. Μια Γνωστή Εγγραφή τύπου URI μπορεί να περιγράψει μεγάλο πλήθος πληροφοριών, όπως τηλέφωνα (tel:), ιστοσελίδες (http, https://www), email (mailto), ftp, telnet κτλ. Για να τη χρησιμοποιήσουμε πρέπει να μορφοποιήσουμε τα πεδία των εγγραφών ως εξής:

TNF=0x01

TYPE=0x55 (κωδικοποίηση για το χαρακτήρα 'U')

PAYLOAD = XXX (μια από τις τιμές του παρακάτω πίνακα) + το υπόλοιπο της διεύθυνσης σε bytes. Έτσι για τη διεύθυνση του Πανεπιστημίου Μακεδονίας www.uom.gr θα βάζαμε στο PAYLOAD=0x01 (για http://www.) και 0x75 0x6F 0x6D 0x2E 0x67 0x72 (για uom.gr σε UTF-8). [3]

3. Τύποι NFC tags

Το NFC Forum ορίζει τέσσερις τύπους tags, με τις ονομασίες NFC Type 1 έως 4.

Ο τύπος **NFC Type 1** βασίζεται στο πρότυπο ISO/IEC 14443 Type A. Υποστηρίζει Εγγραφή και Ανάγνωση ενώ μπορεί να οριστεί για Ανάγνωση-μόνο. Το μέγεθος της μνήμης είναι μεταξύ 96Bytes και 2KBytes ενώ η ταχύτητα επικοινωνίας φτάνει τα 106Kbps. Η οικονομική του τιμή το καθιστά ιδιαίτερα δημοφιλές. Υποστηρίζεται από τα chips Toraz και Broadcom BCM20203.

Ο τύπος **NFC Type 2** βασίζεται ομοίως στο πρότυπο ISO/IEC 14443 Type A και φέρει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με τον πρώτο τύπο, με τη διαφορά ότι το μέγεθος της μνήμης είναι μεταξύ 48Bytes και 2KByte. Υποστηρίζεται από το chip MIFARE.

Ο τύπος **NFC Type 3** βασίζεται στη διασύνδεση της έξυπνης κάρτας Sony FeliCa. Φέρει 2KB μέγεθος μνήμης και η ταχύτητα επικοινωνίας φτάνει τα 212Kbps. Προτιμάται σε πιο πολύπλοκες εφαρμογές. Υποστηρίζεται από το chip FeliCa.

Ο τύπος **NFC Type 4** είναι συμβατός με το ISO 14443 Type A και το Type B. Τα tags αυτού του τύπου είναι είτε εγγράψιμα είτε μόνο για ανάγνωση, κάτι που καθορίζεται κατά την κατασκευή τους. Η μνήμη τους φτάνει τα 32KB ενώ η ταχύτητα επικοινωνίας είναι από 106 έως 424Kbps. Υποστηρίζεται από τα chips DESFire και SmartMX-JCOP.[2]

4. Τρόποι λειτουργίας του NFC

4.1. Ανάγνωση / Εγγραφή Κάρτας

Στη λειτουργία Ανάγνωσης/Εγγραφής, η συσκευή NFC έχει τη δυνατότητα ανάγνωσης των tags που έχουν οριστεί από το NFC Forum, όπως τα tags που είναι ενσωματωμένα σε έξυπνες αφίσσες NFC. Η Ανάγνωση/Εγγραφή είναι συμβατή με τα πρότυπα που έχουν οριστεί στο ISO 14443/FeliCa. Η δυνατότητα αυτή παρέχει ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο μάρκετινγκ για τις εταιρίες.

Μερικά παραδείγματα της λειτουργίας αποτελούν τα στατικά σημεία διαφήμισης που ανανεώνονται τακτικά, το ακούμπημα της συσκευής για λήψη ειδικών προσφορών, η χρονομέτρηση αθλητών κ.α.

4.2. Peer-to-Peer

Στη λειτουργία Peer-to-Peer, δύο φορητές συσκευές που φέρουν δυνατότητα NFC, συνδέονται μεταξύ τους προκειμένου να ανταλλάξουν πληροφορίες όπως εικονικές επαγγελματικές κάρτες ή ψηφιακές φωτογραφίες. Η σύνδεση πρέπει να είναι συμβατή με το πρότυπο ISO/IEC 18092.

Σε κάθε επικοινωνία Peer-to-Peer υπάρχουν δύο ενεργές συσκευές, ένας στόχος και ένας εκκινητής. Στον στόχο στέλνονται μηνύματα τύπου NDEF, γίνεται επεξεργασία τους και παράγεται μια απάντηση. Μπορεί να γίνει αντιγραφή των δεδομένων ενός tag, αποθήκευσή τους στη συσκευή και αντιγραφή μετέπειτα σε άλλο tag ή συσκευή.

Η επικοινωνία Peer-to-Peer βασίζεται στο πρωτόκολλο Simple NDEF Exchange Protocol (SNEP), το οποίο με τη σειρά του βασίζεται στο Logical Link Control Protocol (LLCP). Στην αρχιτεκτονική του NFC τα εν λόγω πρωτόκολλα λειτουργούν στο επίπεδο δικτύου εκτελώντας παρόμοιες λειτουργίες με τα tags.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα τον τρόπο λειτουργίας Peer-to-Peer θα αναλύσουμε την αρχιτεκτονική του από τη βάση προς τα υψηλότερα επίπεδα.

Στη βάση συναντάμε την τεχνική προδιαγραφή του Αναλογικού NFC (NFC Analog) η οποία απευθύνεται στους κατασκευαστές συσκευών NFC, και καθορίζει τα χαρακτηριστικά της διασύνδεσης RF (Radio Frequency) της συσκευής που φέρει NFC. Καθορίζει τα σήματα επικοινωνίας, τις απαιτήσεις ρεύματος, λήψης και αποστολής, χωρίς να εισέρχεται στην ανάλυση του σχεδιασμού της κεραίας. Το συγκεκριμένο επίπεδο καλύπτει τους ρόλους του Εκκινητή-Στόχου (P2P), Ανάγνωσης/Εγγραφής και Προσομοίωσης Κάρτας.

Στο αμέσως ανώτερο επίπεδο συναντάμε το ψηφιακό πρωτόκολλο NFC (NFC Digital protocol), το οποίο υλοποιεί τις απαιτήσεις των προτύπων ISO/IEC 18092 και ISO/IEC 14443 και δείχνει στους προγραμματιστές έναν ενιαίο τρόπο χρήσης του NFC. Το ψηφιακό πρωτόκολλο καλύπτει την ψηφιακή διασύνδεση και το half-duplex πρωτόκολλο μετάδοσης, περιλαμβάνοντας την κωδικοποίηση επιπέδου bit, τους ρυθμούς μετάδοσης bit, τη μορφοποίηση πακέτων και το σετ εντολών που χρησιμοποιούνται από τις NFC συσκευές για να ανταλλάξουν δεδομένα και να συνδεθούν με το πρωτόκολλο LLCP. [5]

Το πρωτόκολλο NFC Logical Link Control Protocol (LLCP) βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.2, αντιστοιχεί στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων (Layer 2 - OSI) και υποστηρίζει την επικοινωνία Peer-to-Peer μεταξύ δύο συσκευών που φέρουν NFC. Μπορεί να υποστηρίξει από μικρές μεταφορές αρχείων μέχρι και δικτυακά πρωτόκολλα όπως το OBEX και το TCP/IP. Στο πρωτόκολλο καθορίζονται δύο τύποι υπηρεσιών, α) η Χωρίς-Σύνδεση, που

προσφέρει γρήγορη εγκατάσταση, χωρίς εγγυήσεις και β) η Κατευθυνόμενη-Σύνδεσης που προσφέρει αξιόπιστη μετάδοση και έλεγχο ροής.[1]

4.3. Λειτουργία εξομοίωσης Κάρτας

Η λειτουργία Εξομοίωσης Κάρτας βασίζεται στις διασυνδέσεις ISO/IEC 14443 Type A, Type B και FeliCa και χρησιμοποιούν τα επίπεδα του Ψηφιακού και Αναλογικού πρωτοκόλλου που χρησιμοποιούν και τα tags. Όταν φέρουμε σε επαφή έναν αναγνώστη NFC με μία τέτοια συσκευή, αυτή λειτουργεί ως κάρτα ανταλλάσσοντας με ασφαλή τρόπο στοιχεία που αφορούν ηλεκτρονικές πληρωμές, εισιτήρια ή ακόμα και έλεγχο πρόσβασης.

Η λειτουργία εξομοίωσης κάρτας χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε οικονομικές ανέπαφες συναλλαγές, όπως πιστωτικές κάρτες και γι' αυτό το λόγο στην υλοποίησή της παρουσιάζονται αρκετές δυσκολίες, καθώς εμπλέκονται όλοι οι οργανισμοί που συμμετέχουν σε μια οικονομική συναλλαγή (όπως το τραπεζικό σύστημα).

Οι κατασκευαστές NFC συσκευών αποφασίζουν που θα υλοποιήσουν το Ασφαλές Στοιχείο (Secure Element SE), κάτι που επηρεάζει άμεσα τον τρόπο λειτουργίας των εφαρμογών που υποστηρίζουν την εξομοίωση κάρτας. Αν για τη φιλοξενία του SE επιλεγεί το Universal Integrated Circuit Card (UICC) τότε στη διαδικασία εμπλέκονται οι πάροχοι φορητού δικτύου γιατί καμία εφαρμογή δεν μπορεί να εγκατασταθεί στην UICC χωρίς την άδειά τους.

Για να αποφύγει αυτή τη διαδικασία το τραπεζικό σύστημα προτιμά τις εξωτερικές κάρτες (πχ SD cards) για την αποθήκευση του SE. Μια άλλη επιλογή για την αποθήκευση του SE είναι το υλικό του ίδιου του κινητού τηλεφώνου κάτι όμως που μπορεί να οδηγήσει τους κατασκευαστές κινητών σε μονοπωλιακές τακτικές. [5]

5. Εμπορική αξιοποίηση της τεχνολογίας NFC

Παρακάτω παρουσιάζονται έξι ενότητες, στις οποίες το NFC έχει αξιοποιηθεί εμπορικά.

5.1. Πληρωμές

- Σε πιστωτικές κάρτες ανέπαφων συναλλαγών, πληρωμή εισιτηρίων (όπως MMM, ταξί ή εκδηλώσεις), πληρωμή Parking ή χρήση προπληρωμένων καρτών δώρου στο κινητό.
- Στην αποθήκευση αποδείξεων και μετέπειτα χρήση τους από το NFC κινητό ή σε ανέπαφη αγορά περιεχομένου δεδομένων, βίντεο ή μουσικής.

5.2. ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ & ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

- Σε έξυπνες αφίσες όπου μεταφερόμαστε στην ιστοσελίδα (URL) της εταιρίας ή σε προβολή χρονοδιαγραμμάτων (MMM, ταξιδιών) και φόρτωση χαρτών-δρομολογίων.
- Σε tags που φέρουν λογαριασμούς κοινωνικών δικτύων της επιχείρησης ή που κατευθύνουν σε ένα βίντεο youtube του προϊόντος.
- Σε αυτόματη αποστολή email (εγγραφή σε newsletter), σε λήψη feedback για ένα προϊόν ή εκδήλωση καθώς και για την ανταλλαγή επαγγελματικών καρτών/Επαφής (vCard) μετά από επαφή κινητών.
- Στη διαχείριση υλικού και αποθηκών ή τη σήμανση και τον έλεγχο αποσκευών.
- Στη διαχείριση κουπονιών και τη συλλογή ειδικών προσφορών (ή λίστες αγορών).
- Σε κάρτες μέλους ή υγείας και πρόσβαση στο ιστορικό ή σε ενημερώσεις ασφαλείας προϊόντων.
- Στην ενεργοποίηση συσκευών μετά την αγορά τους

5.3. ΠΡΟΣΒΑΣΗ-ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ-ΑΣΦΑΛΕΙΑ

- Σε Boarding pass στο αεροδρόμιο ή τήρηση συνδρομής σε πρόγραμμα τύπου miles&bonus στο οποίο ανανεώνει τις μονάδες στη θύρα του αεροδρομίου
- Σε Αυτόματοποιημένη αποστολή SMS όπου μπορούμε να εισάγουμε σε ένα tag έναν αριθμό τηλεφώνου και ένα σύντομο μήνυμα και να το βάλουμε σε μια πόρτα. Όταν κάποιος ακουμπήσει το κινητό του, μας αποστέλλεται αυτόματα το SMS μήνυμα. Χρήσιμο σε περιπτώσεις φιλοξενίας (όπως airBNB). Στο άνοιγμα κλειδαριάς με το ακούμπημα ενός tag (όπως Lockitron).
- Σε κλειδιά αυτοκινήτου, σε κάρτες δωματίων ξενοδοχείων, Check-in ή πρόσβαση σε αίθουσες (όπως πισίνα).
- Στον έλεγχο πρόσβασης σε κτίρια και στα Διαβατήρια κάθε Χώρας

- Στον έλεγχο γνησιότητας προϊόντων, στην ασφάλεια από πλαστογράφιση/παραποίηση και στην πρόσβαση στις πληροφορίες Service του οχήματος, όπως χιλιόμετρα ή λάδια.
- Εξατομίκευση του οχήματος (θερμοκρασία, θέση, αγαπημένος ραδιοφωνικός σταθμός κτλ).
- Ανταλλαγή κλειδιών κρυπτογράφησης μέσω NFC.

5.4. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ - ΥΓΕΙΑ

- Στην αυτοματοποιημένη κλήση αριθμού όπως σε περιπτώσεις επείγουσας ανάγκης, θα μπορούσε να τοποθετηθεί ένα tag σε ένα σημείο και το άτομο να ακουμπήσει το κινητό του για να τηλεφωνήσει σε έναν αριθμό ανάγκης που δεν είναι δυνατό να γνωρίζει (γιατί μπορεί να αλλάζει συχνά, όπως μια μετακινούμενη ομάδα ασφαλείας ενός υπερμαραθώνιου).
- Στην ανάγνωση ιατρικού ιστορικού & επισκέψεων/γνωματεύσεων ειδικών ή την ανάγνωση ιατρικών συνταγών που περιέχονται σε NFC tags

5.5. ΕΚΔΗΛΩΣΕΙΣ & Χρονομέτρηση

- Σε συμβάντα ημερολογίου (vCalendar) όπου σε μια δημοφιλή προγραμματισμένη εκδήλωση, θα μπορούσε κάποιος να ακουμπήσει το κινητό του σε ένα tag και να λάβει μια εγγραφή vCalendar στο κινητό του που θα του υπενθυμίζει την ημερομηνία της εκδήλωσης.
- Σε χρονόμετρα για μαγείρεμα και άλλες οικιακές εργασίες με tag δίπλα στο πλυντήριο ή την κουζίνα ή στην ωρομέτρηση εργασίας προσωπικού
- Στη χρονομέτρηση αθλητών

5.6. ΕΞΥΠΝΑ ΣΠΙΤΙΑ & LIFEHACKS

- Στην έναρξη αυτοματοποιημένων ενεργειών όπου ακουμπάμε το tag που βρίσκεται στο σαλόνι του σπιτιού μας και το κινητό μας, μέσω διάφορων εφαρμογών, όπως το Trigger, ενεργοποιεί αυτόματα το WiFi και κλείνει το Bluetooth. Αν το ξανακουμπήσουμε λειτουργεί ως διακόπτης και κάνει το αντίστροφο.
- Στη μετατροπή του κινητού σε WiFi hotspot για άμεση χρήση internet από άλλες μονάδες.
- Με το NFC Ring πλέον δεν απαιτείται καν η παρουσία κινητού με NFC. Απλά προγραμματίζεται και με το δάχτυλο ελέγχονται όλες οι συσκευές που έχουν διασύνδεση NFC στο σπίτι.
- Στο ταίριασμα με Bluetooth όπου για να συνδέσουμε δύο κινητά μέσω bluetooth το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε είναι να τα φέρουμε κοντά.
- Στη σύνδεση στο WiFi δίκτυο όπου αντί να χρειάζεται κάθε ένας πελάτης ενός καφέ που παρέχει υπηρεσίες WiFi να ζητάει τον κωδικό, απλά ακουμπάει το κινητό του σε ένα tag που είναι δίπλα στην είσοδο και αυτομάτως συνδέεται στο δίκτυο WiFi.
- Μηνύματα απλού κειμένου: Μπορούμε να αποθηκεύσουμε σε ένα tag απλό κείμενο το οποίο απλά θα ενημερώνει με κείμενο τους αναγνώστες ή θα τους υπενθυμίζει για κάποια ενέργεια.

6. Συμπέρασμα

Το NFC εξέλιξε δυναμικά το RFID, προσφέροντας ανταλλαγή πολυπλοκότερων δομών δεδομένων σε μικρές αποστάσεις. Η ανάπτυξη του προτύπου NDEF εμπλούτισε τα ανταλλασσόμενα μηνύματα με περιεχόμενο που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε σε έξυπνα κινητά ή συσκευές Internet of Things.

Σε αντίθεση με τη λειτουργία ανάγνωσης/εγγραφής κάρτας, όπου παρατηρείται μια πληθώρα εμπορικών εφαρμογών, στις υπόλοιπες λειτουργίες Peer-to-Peer και εξομοίωσης κάρτας υπάρχει μεγάλο εύρος νέων δυνατοτήτων εμπορικής αξιοποίησης με κυρίαρχη την τάση των ανέπαφων πληρωμών να καθοδηγεί πλέον την τεχνολογία σε νέους ορίζοντες.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

[1] Beginning NFC: Near Field Communication with Arduino, Android, and PhoneGap, O REILLY, 2014.

[2] Introduction to NFC, NOKIA, 2011.

[3] NFC Data Exchange Format (NDEF), NFC Forum, 2006-07-24.

[4] NFC Digital Protocol Technical Specification, NFC Forum, 2010-11-17.

- [5] Professional NFC Application Development for Android, Wrox, 2013.
- [6] TN1216 ST25 NFC guide, STMicroelectronics, 2016.
- [7] Type 2 Tag Operation Specification, NFC Forum.