



ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΡΑΝΤΑΡ – INTERNET OF RADARS (IOR)

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ ΜΕ ΚΟΙΝΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΕΣ ΡΑΝΤΑΡ

321/2018107 - ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

321/2018161 - ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΟΡΙΣΜΟΙ

- **Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT):** το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικειμένου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων.
- **Ραντάρ (ραδιοεντοπιστής):** ηλεκτρονικό σύστημα ηλεκτρομαγνητικού εντοπισμού, παρακολούθησης ακίνητων και κινητών στόχων, σε αποστάσεις και συνθήκες φωτισμού απαγορευτικές για τον απευθείας οπτικό εντοπισμό, δηλαδή με το ανθρώπινο μάτι ή και οπτικά όργανα.
- **JRC (Joint Radar-Communications):** συστήματα που συγχέουν ραντάρ και λειτουργίες επικοινωνίας μέσα στην ίδια πλατφόρμα.
- **Διαδίκτυο των Ραντάρ (IoR):** πλατφόρμες IoT εξοπλισμένες με ραντάρ για την ανίχνευση ή/και την επικοινωνία μεταξύ τους.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Η ανάπτυξη τεχνολογίας στον τομέα του **Διαδικτύου των Πραγμάτων (Internet of Things - IoT)** οδηγεί σε σημαντική αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων συσκευών. Μετά τις τελευταίες εξελίξεις στις τεχνολογίες system-on-chip (SoC), κυκλοφόρησαν όλο και **μικρότερα και πιο συμβατικά ραντάρ**.
- Με αυτήν την εξέλιξη, ένας **αυξανόμενος αριθμός ραδιοσυχνοτήτων** από συσκευές προκαλεί ένα **συμφορημένο φάσμα**. Τότε διευρύνεται η δυνατότητα σύγκλισης ραδιοσυχνοτήτων μεταξύ ραντάρ και συστημάτων επικοινωνίας.
- Ένα σύστημα **JRC** δίνει μια σημαντική ευκαιρία για τη **μείωση της χρήσης του φάσματος, την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και του κόστους προϊόντος**, ενώ εκτελούνται ταυτόχρονες λειτουργίες όπως η **ανίχνευση στόχων μέσω επεξεργασίας και δημιουργίας συνδέσμων με την βοήθεια ραντάρ**.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ JRC – COEXISTENCE (ΣΥΝΥΠΑΡΕΗ)

- Οι ερευνητές προσπαθούν να βρουν νέες τεχνικές για την επίλυση προβλημάτων μετριάσμού παρεμβολών ραντάρ και επικοινωνιών και διαχείρισης φάσματος. Μερικές από αυτές τις τεχνικές είναι η πρόσβαση στο φάσμα, η εκτίμηση των καναλιών παρεμβολής και ο βέλτιστος σχεδιασμός δέκτη.
- Κυρίως οι προσπάθειες αυτές δαπανώνται για την αξιοποίηση των συστημάτων επικοινωνίας. Οι τρέχουσες περιοχές εφαρμογής IoT με δυνατότητα ανίχνευσης χρησιμοποιώντας ραντάρ δεν έχουν επικαλυπτόμενες ζώνες συχνοτήτων.
- Ωστόσο, μετά τις προσπάθειες τυποποίησης των ζωνών 5G New Radio (NR), οι ζώνες ραντάρ και επικοινωνίας ενδέχεται να επικαλύπτονται μεταξύ τους και οι λύσεις συνύπαρξης μπορεί να είναι εφικτές να εφαρμοστούν στο IoR.

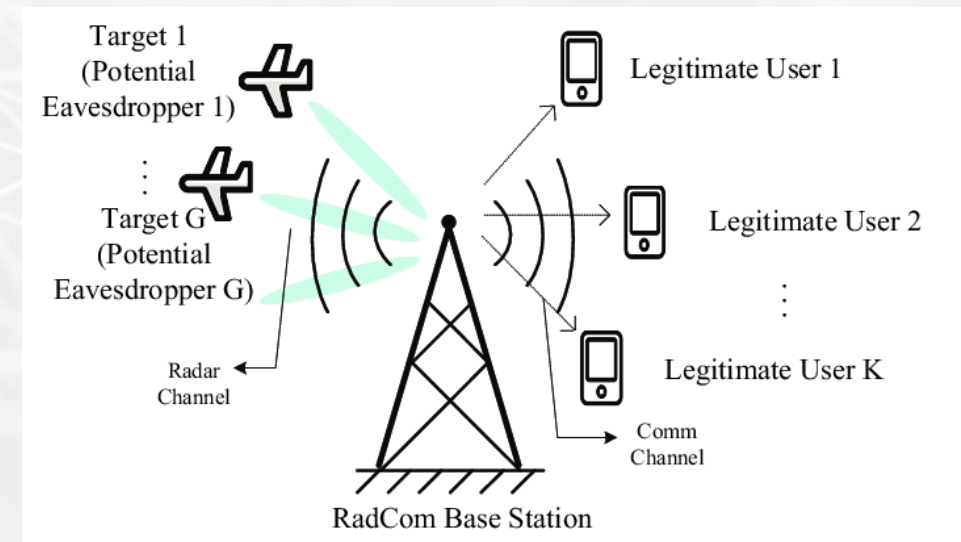
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ JRC – CO-DESIGN (ΣΥΝ-ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ)

- Μια σημαντική πολλά υποσχόμενη λύση συστήματος για το **πρόβλημα σύγκλισης ραδιοσυχνοτήτων** είναι η **συγχώνευση των δυνατοτήτων ραντάρ και επικοινωνίας σε μια ενιαία κυματομορφή**.
- Οι λύσεις **συν-σχεδιασμού στοχεύουν στην εύρεση ενός κατάλληλου μοναδικού συνόλου κυματομορφών** για την καλύτερη λειτουργία για συστήματα JRC χρησιμοποιώντας τεχνικές βελτιστοποίησης, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες χωρικές, χρονικές ή φασματικές παραμέτρους.
- Η βελτιστοποίηση μπορεί να δημιουργηθεί με βάση την **απόδοση επικοινωνίας και παρακολούθησης στόχου, καθώς και το επίπεδο παρεμβολών στους δέκτες**.

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ JRC – RAD-COM (ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ)

[1/5]

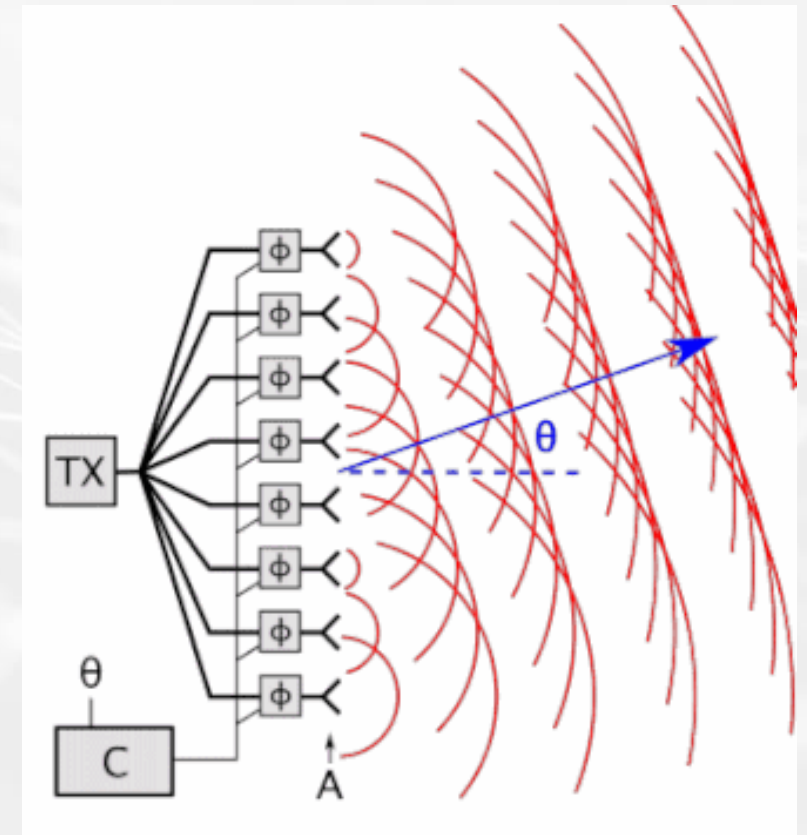
- Σχεδόν όλοι οι τύποι ραντάρ και όλοι οι τύποι διαμόρφωσης υπόκεινται σε αυτόν τον ερευνητικό τομέα. Κυρίως, οι προσπάθειες **επικεντρώνονται σε βελτιώσεις στον ρυθμό δεδομένων**, στους τύπους διαμόρφωσης και στη διαφάνεια στη λειτουργία του ραντάρ. Βασικά, **οι προτεινόμενες τεχνικές χωρίζονται σε δύο ομάδες**.
- Ενσωματωμένη ποικιλομορφία κυματομορφών πληροφοριών
 - ✓ οι πληροφορίες μπορούν να μεταδοθούν προς την κατεύθυνση ενδιαφέροντος μέσω εκπομπής μιας κυματομορφής κατά τη διάρκεια κάθε παλμού ραντάρ.



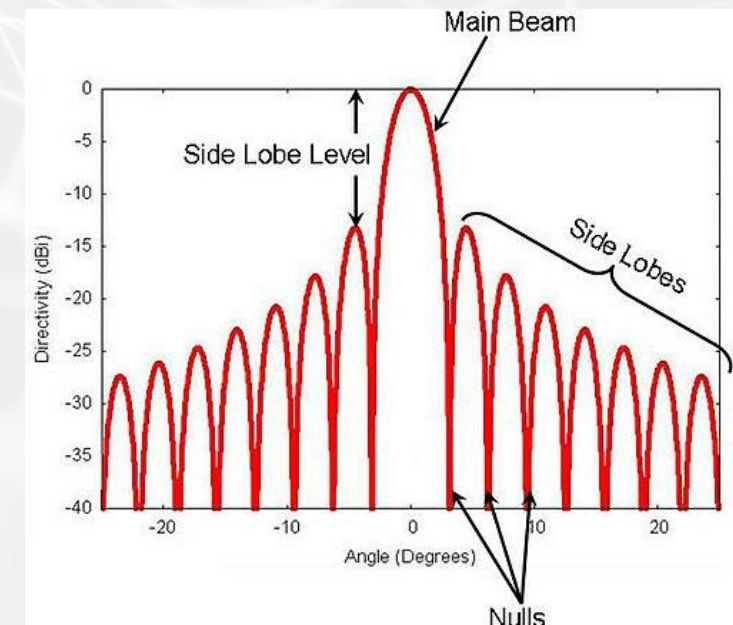
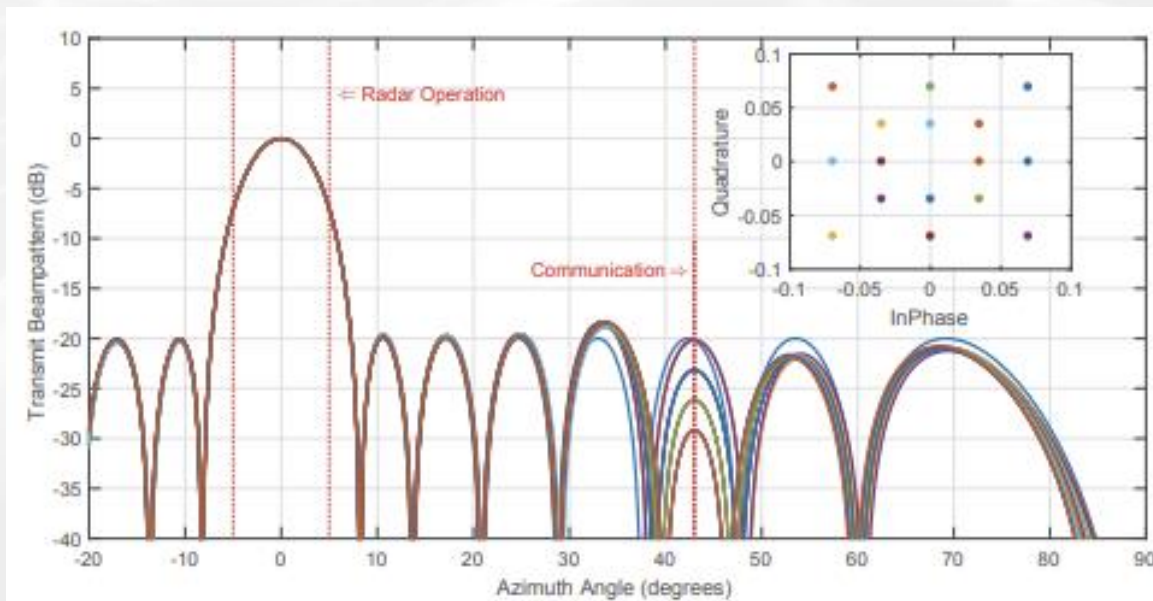
- αυτό το σχήμα διαμόρφωσης υποβαθμίζει την ορατότητα του στόχου λόγω της διαμόρφωσης του εύρους του πλευρικού λοβού (RSM - Range Sidelobe Modulation) που προκαλείται από τη μεταβαλλόμενη κυματομορφή κατά τη διάρκεια ενός CPI (Coherent Processing Interval).
- Για τη μείωση του RSM έχουν προταθεί διάφορα σχήματα ενδοπαλμικής διαμόρφωσης όπως BPSK και MSK (Minimum Shift Keying).
- * **CPI:** υποδεικνύει μια ομάδα πολλαπλών παλμών, συνήθως με τον ίδιο αριθμό παλμών ενός επαναλαμβανόμενου σήματος σε μια συγκεκριμένη χρονική μονάδα και την ίδια συχνότητα.

- Κατασκευή συμβόλων μέσω μορφοποίησης δέσμης εκπομπής
 - ✓ Ο αριθμός των ραντάρ συστοιχίας φάσης (PARs - Phased Array Radars) στο πεδίο λειτουργίας αυξάνεται σημαντικά λόγω των πολυάριθμων **πλεονεκτημάτων** τους, όπως η **δυνατότητα ψηφιακής διαμόρφωσης δέσμης στον δέκτη και η ευέλικτη δέσμη της κεραίας**.
 - ✓ Ο χειρισμός των παραμέτρων κάθε κεραίας για την παροχή διακυμάνσεων **στα επίπεδα του πλευρικού λοβού (SLL - Side Lobe Levels)** προς την κατεύθυνση ενδιαφέροντος **σε βάση παλμού-σε-παλμό** παρουσιάζει μια σημαντική ευκαιρία **για τη μετάδοση πληροφοριών**.
 - ✓ Χρησιμοποιώντας την τεχνική **διαμόρφωσης SLL**, όλες οι τεχνικές διαμόρφωσης (AM, PSK, QAM) γίνονται εφαρμόσιμες για PAR.

- Αυτές οι διαμορφώσεις θα δώσουν την ευκαιρία αποστολής **μόνο ενός συμβόλου επικοινωνίας ανά παλμό ραντάρ**.
- **Επέκταση αυτής της μεθόδου σε ραντάρ πολλαπλών εισόδων πολλαπλής εξόδου (MIMO - Multiple-Input Multiple-Output)** που χρησιμοποιούν διαφοροποίηση κυματομορφής για να αυξήσουν τον ρυθμό δεδομένων.
- * Ένα **PAR** χρησιμοποιεί μια διάταξη στοιχείων κεραίας όπου η σχετική φάση κάθε στοιχείου μεταβάλλεται για να κατευθύνει το pattern ή τη δέσμη ακτινοβολίας.



- Παράδειγμα μοτίβου δέσμης μετάδοσης συνεκτικού ραντάρ MIMO που βασίζεται σε διαμόρφωση SLL. Τα σύμβολα 16-QAM δημιουργούνται στον πλευρικό λοβό του μοτίβου δέσμης με διάταξη μετάδοσης 16 στοιχείων.
- Η επικοινωνία πραγματοποιείται σε γωνία αζιμουθίου 43° όταν η λειτουργία του ραντάρ γίνεται γύρω στις 0° .



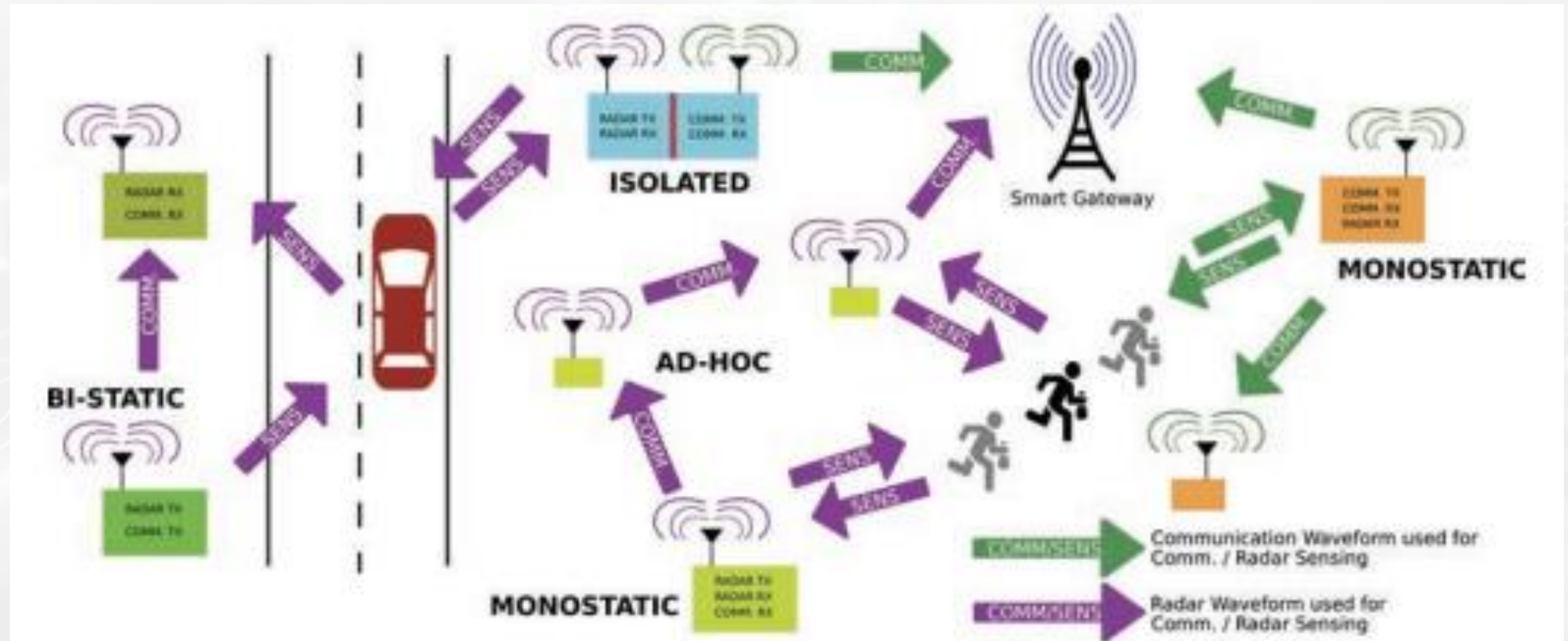
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ JRC – COM-RAD (ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ)

- Οι κυματομορφές OFDM μπορούν να **παρέχουν αξιοσημείωτη απόδοση στην ανίχνευση και την απεικόνιση ραντάρ** ως αποτέλεσμα της χρήσης κυματομορφών πολλαπλών φορέων. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν κυματομορφές OFDM ως σήμα ευκαιρίας για λειτουργία ανίχνευσης.
- ΟΜΩΣ!
 - Η **αξιόπιστη ανίχνευση ραντάρ δεν μπορεί να είναι δεδομένη** καθώς οι ιδιότητες συσχέτισης της κυματομορφής OFDM εξαρτώνται πλήρως από τις πληροφορίες.
 - Ένα άλλο μειονέκτημα προέρχεται από τους **υψηλούς πλευρικούς λοβούς στο προφίλ εμβέλειας** λόγω της Auto-Correlation Function (ACF – συνάρτηση αυτό-συσχέτισης) η οποία ορίζει τον τρόπο με τον οποίο τα σημεία δεδομένων σε μια χρονοσειρά σχετίζονται, κατά μέσο όρο, με τα προηγούμενα σημεία δεδομένων.

- Οι περισσότερες συσκευές εξοπλισμένες με ραντάρ απαιτούν από το Διαδίκτυο να προσεγγίζει βάσεις δεδομένων για να παρέχει υπηρεσίες στους πελάτες.
- Τοπολογίες
 - ❖ **Isolated**: Τα ραντάρ είναι εντελώς αποκομμένα από την επικοινωνιακή υποδομή.
 - ❖ **Monostatic**: τα κυκλώματα πομπού και δέκτη βρίσκονται στην ίδια συσκευή.
 - ❖ **Bistatic**: ο πομπός και ο δέκτης βρίσκονται χωριστά ο ένας από τον άλλο σε σημαντική απόσταση.
 - ❖ **Ad Hoc**: Αυτή η τοπολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν οι συσκευές έχουν περιορισμένη εμβέλεια επικοινωνίας ή όταν μια έξυπνη πύλη βρίσκεται σε σχετικά μακρινή απόσταση.

ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΙΟΡ

[2/2]



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ IOR

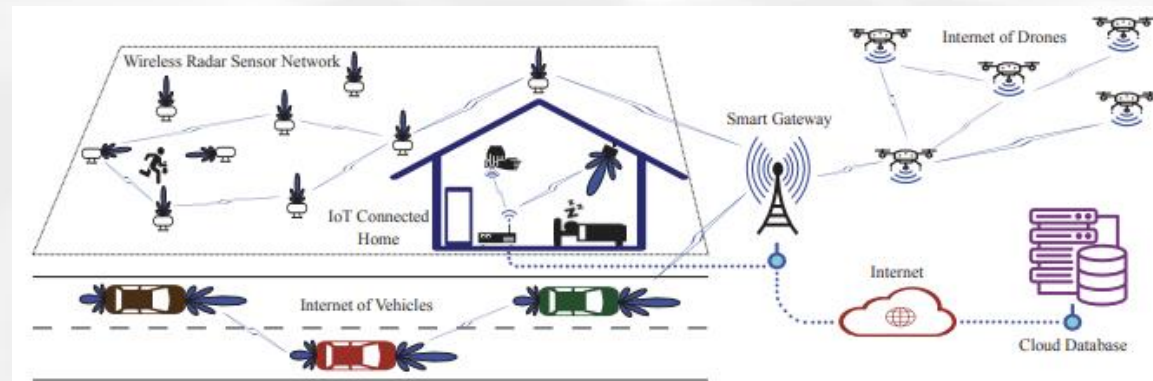
- **ΓΙΑ ΣΠΙΤΙ**

- ✓ Τραυματισμοί στο οικιακό περιβάλλον.
- ✓ Παρακολούθηση στο μπάνιο. Ωστόσο, η **τοποθέτηση καμερών δεν αποτελεί επιλογή λόγω προβλημάτων απορρήτου**. Τα **ραντάρ** μπορούν να είναι ένας καλός υποψήφιος για την παρακολούθηση ατόμων στα σπίτια τους ή σχολεία χωρίς παραβίαση του δικαιώματος στην ιδιωτική ζωή.
- ✓ Τα **ραντάρ** μπορούν να **ανιχνεύσουν ένα άτομο που αναπνέει και να αναγνωρίσουν τις χειρονομίες του** ακόμα κι αν βρίσκονται πίσω από τοίχους, καπνό και ατμό.
- ✓ Υπάρχουν και εφαρμογές **παθητικού ραντάρ** που λειτουργούν ως σύστημα συναγερμού σπιτιού. Τα παθητικά ραντάρ χρησιμοποιούν **σήματα επικοινωνίας ως ευκαιρία ανίχνευσης κινήσεων** σε ένα οικιακό περιβάλλον.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟR

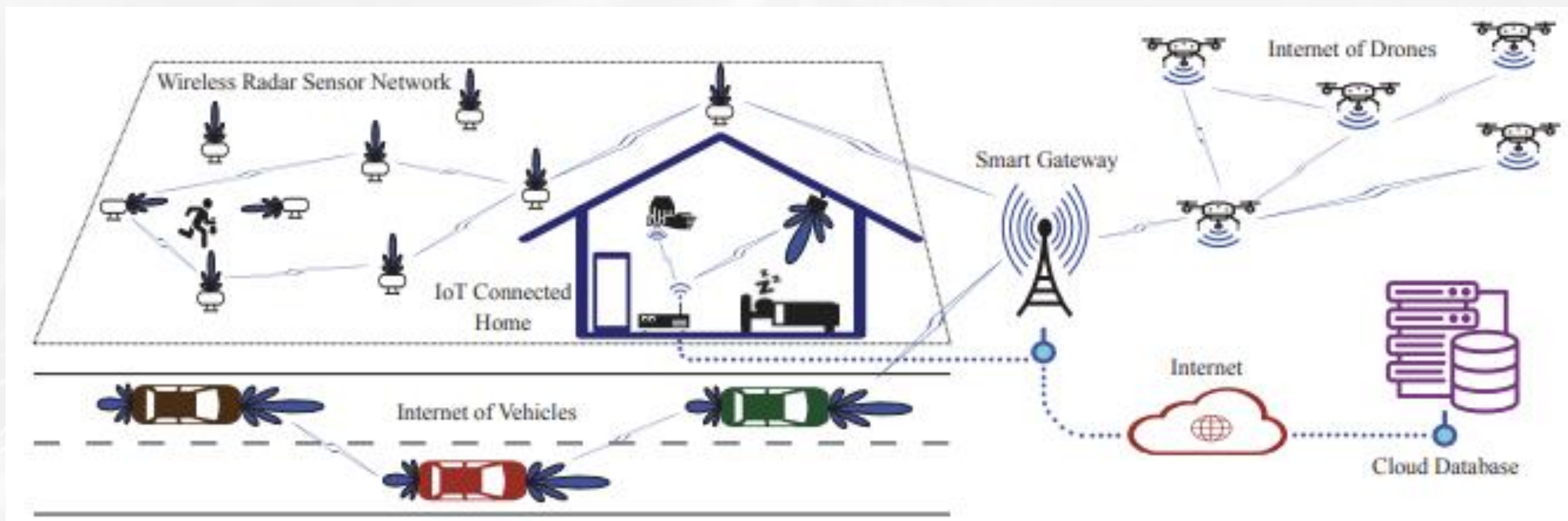
- ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟ

- ✓ Οι προσωπικές συσκευές ΙοR είναι **μικρού μεγέθους** και **συμβατικά gadgets**, και η **εμβέλεια ανίχνευσης είναι μικρή**. Αυτά τα ραντάρ βρίσκονται σε μια έξυπνη φορητή συσκευή (δηλαδή, ένα έξυπνο ρολόι). Ενδέχεται να απαιτείται υψηλός ρυθμός δεδομένων για αυτά τα wearables.
- ✓ Στο παράδειγμα του έξυπνου ρολογιού με έλεγχο χειρονομίας με το δάχτυλο, **οι εκπομπές περιορίζονται κυρίως σε κάποιο επίπεδο**. Επομένως, **δεν φαίνεται εφικτή η δημιουργία σύνδεσης με υψηλά ποσοστά**.



[3/10]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟR



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙOR

- **ΓΙΑ ΙΑΤΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ**

- ✓ Τα **ραντάρ** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη **μέτρηση ζωτικών σημείων εξ αποστάσεως**. Η αναπνοή και οι καρδιακοί παλμοί μπορούν να εκτιμηθούν **χωρίς να συνδεθεί καμία συσκευή με ένα άτομο**.
- ✓ Οι περισσότερες από τις λύσεις χρησιμοποιούν τεχνολογία **υπερευρείας ζώνης (UWB - Ultra WideBand)** για να επιτύχουν ανάλυση χιλιοστών. Η τεχνολογία UWB βοηθά το ραντάρ να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις **χαμηλής ισχύος ως αισθητήρας IoT**.
- ✓ Η **τεχνολογία JRC** μπορεί να είναι μια εξαιρετική λύση για τη **διατήρηση της ισχύος μετάδοσης χαμηλότερη από τα όρια ανθρώπινης ασφάλειας**, επιτυγχάνοντας παράλληλα μετρίου επιπέδου εύρος.
- ✓ Οι τρέχουσες ιατρικές **συσκευές IoR** μπορούν να **μετρήσουν πολύ μικρές κινήσεις κάτω από οποιοδήποτε ρούχο** χρησιμοποιώντας την τεχνολογία UWB.

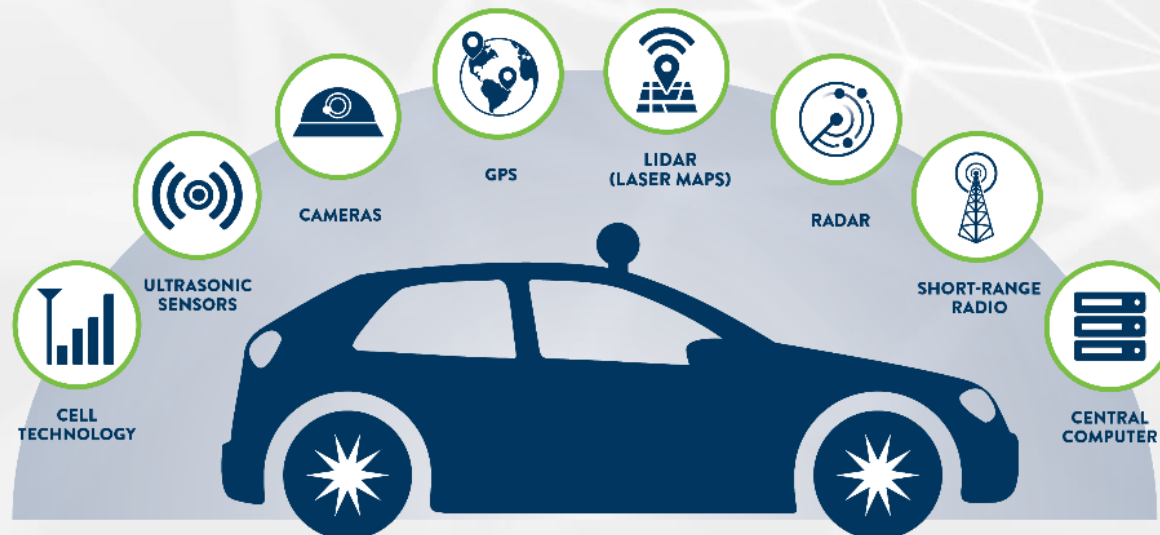
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ IOR

- **ΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ**

- ✓ Το **Διαδίκτυο των Οχημάτων (IoV)** ορίζεται ως η **επικοινωνία οχημάτων, υποδομών, δικτύων και φορητών συσκευών** που μεταφέρονται από πεζούς χρησιμοποιώντας την τεχνολογία V2X. Ο εξοπλισμός συστημάτων με **LiDAR** είναι η **καλύτερη λύση για την εξαγωγή τρισδιάστατης χαρτογράφησης αντικειμένων** γύρω από το όχημα.
- ✓ Δύο πρότυπα επικοινωνίας για το V2X: **IEEE-802.11p (αποκλειστικές επικοινωνίες μικρής εμβέλειας, DSRC)** και **3rd Generation Partnership Project (3GPP) C-V2X**.
- ✓ Τα **μεσαίας και μεγάλης εμβέλειας** βοηθούν στην παροχή πληροφοριών για την προσαρμογή του **cruise control**, του **έκτακτου φρεναρίσματος** και των **αυτοματοποιημένων λειτουργιών**. Τα **εξαιρετικά μικρής και μικρής εμβέλειας** χρησιμοποιούνται για **στάθμευση, ειδοποιήσεις cross-traffic, υποβοήθηση αλλαγής λωρίδας, ανίχνευση τυφλού σημείου και συστήματα αποφυγής σύγκρουσης**.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΡ

- ✓ Οι κυματομορφές επικοινωνίας για ραντάρ περιγράφονται στα **IEEE 802.16p** και **IEEE 802.16ad**. Δεσμεύεται η ζώνη **C** με **μέγιστο εύρος ζώνης 80 MHz**. Λόγω του **υψηλού ρυθμού δεδομένων και των απαιτήσεων κινητικότητας** για το V2X, οι τεχνικές **Com-Rad JRC** μπορούν να επιλεγούν για τα οχήματα στο IoR.



ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΡ

- ΓΙΑ DRONES

- ✓ Το **Διαδίκτυο των Drones (IoD)** είναι μια πολυεπίπεδη **αρχιτεκτονική ελέγχου δικτύου** σχεδιασμένη για τη **ρύθμιση της εναέριας κυκλοφορίας** παρέχοντας **υπηρεσίες τοποθεσίας**.
- ✓ Τα **ραντάρ** μελετώνται όχι μόνο ως αισθητήρας αποφυγής σύγκρουσης, αλλά και για διάφορους σκοπούς, όπως η **επιτήρηση**, η **απεικόνιση** και το **υψόμετρο**.
- ✓ Ο **συνδυασμός ραντάρ και επικοινωνίας** σε ένα μόνο ραδιοκύκλωμα θα είναι μια εξαιρετική λύση για **εξοικονόμηση περισσότερης ενέργειας**.
- ✓ Οι τεχνικές **Com-Rad JRC** εμφανίζονται ως η καλύτερη επιλογή **για τις συσκευές IoR στα drones**, λόγω του **υψηλού ρυθμού δεδομένων** και των απαιτήσεων **κινητικότητας**.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΡ

- **ΓΙΑ ΑΣΥΡΜΑΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ PANTAP**

- ✓ Οι εξελίξεις στην τεχνολογία **Bluetooth** διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην **ανάπτυξη της αγοράς προϊόντων IoT**. Το μικρό, φθηνό και χαμηλής κατανάλωσης **ασύρματο δίκτυο αισθητήρων (WSN)** θα φέρει ένα νέο όραμα στον τομέα του IoT για την ανάπτυξη ακόμη και των μικρότερων συσκευών.
- ✓ Τα **χαμηλής ισχύος και μικρά ραντάρ** υπάγονται στον τομέα **WSN** με την υποστήριξη της τεχνολογίας UWB. Αυτός ο συγκεκριμένος τύπος αρχιτεκτονικής WSN ονομάζεται γενικά **ασύρματο δίκτυο αισθητήρων ραντάρ (WRSN)**.
- ✓ Χρησιμοποιώντας αυτά τα **δικτυωμένα ραντάρ**, μπορεί να είναι δυνατός ο **ακριβής εντοπισμός**, η **παρακολούθηση** ή ακόμα και η **απεικόνιση κινούμενων αντικειμένων σε περιβάλλοντα με ακραίες θερμοκρασίες**.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΡ

- ✓ Οι **συσκευές ΙοR** στο **WRSN** έχουν **χαμηλή υπολογιστική ισχύ και περιορισμένη χωρητικότητα μπαταρίας**. Το **εύρος ανίχνευσης** τους είναι πολύ **μικρό** και πρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους κατά **τρόπο ad hoc**.
- ✓ Η εφαρμογή τεχνικών **Rad-Com JRC** φαίνεται να είναι η καλύτερη επιλογή για το WRSN λόγω του **χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων**, της **ad hoc τοπολογίας** και των **περιορισμένων απαιτήσεων ανίχνευσης**.

[10/10]

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΟΥ JRC ΓΙΑ ΤΟ IOR

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΠΙΘΑΝΕΣ JRC ΛΥΣΕΙΣ
ΓΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟ (wearables, smartwatch κ.α.)	Χαμηλή ισχύς, χαμηλής πολυπλοκότητας, πολύ μικρή εμβέλεια, υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, χωρίς οπτική επαφή	Coexistence (isolated)
ΓΙΑ ΣΠΙΤΙ (παρακολούθηση, ανίχνευση πτώσης κ.α.)	Χαμηλής πολυπλοκότητας, μικρής εμβέλειας, χωρίς οπτική επαφή	Com-Rad (monostatic, multistatic)
ΓΙΑ ΥΓΕΙΑ (αναπνοή και καρδιακοί παλμοί κ.α.)	Χαμηλής πολυπλοκότητας, μικρής εμβέλειας, οπτική επαφή	Coexistence (isolated)
ΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ (αυτόνομη οδήγηση, ασφάλεια κ.α.)	Υψηλός ρυθμός δεδομένων, κίνηση, μικρής/μεσαίας εμβέλειας, οπτική επαφή	Co-design (monostatic)
ΓΙΑ DRONES (αποφυγή εμποδίων, υψόμετρο, διαχείριση κυκλοφορίας κ.α.)	Χαμηλής ισχύος, χαμηλής πολυπλοκότητας, μικρής/μεσαίας εμβέλειας, κίνηση, υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, οπτική επαφή	Com-Rad (monostatic, ad hoc)
ΓΙΑ WRSN (ανίχνευση εισβολέων, παρακολούθηση, απεικόνιση κ.α.)	Χαμηλής ισχύος, χαμηλής πολυπλοκότητας, μικρής εμβέλειας, οπτική επαφή	Rad-Com (monostatic, ad hoc)

- **Πολυπλοκότητα:** Οι τεχνικές του **JRC** πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά σε σχέση με την **περιοχή εφαρμογής** και την **πολυπλοκότητα του υλικού**. Αυτές οι συσκευές έχουν πολύ **μικρό αποθηκευτικό χώρο**. Έχουν αρκετό χώρο για να εφαρμόσουν εκατοντάδες εικονικά ραντάρ συστοιχίας MIMO. Οι συσκευές **Radar-on-Chip** περιλαμβάνουν CPU και DSP ενσωματωμένα ταυτόχρονα, με **ικανότητα επεξεργασίας έως και δεκάδες tera-ops**. Σύντομα, ακόμη και οι πολύπλοκοι αλγόριθμοι του **JRC** θα μπορούν να εφαρμοστούν σε λύσεις **Radar-on-Chip**.
- **Προσαρμοστικότητα:** Η παροχή δυνατότητας διπλής αποστολής σε μια συσκευή IoT ανοίγει έναν δρόμο για τη **μείωση του κόστους** και τη **διαχείριση του φάσματος πιο αποτελεσματικά**. Ειδικές μεθοδολογίες καναλιών πολλαπλής πρόσβασης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για IoR όπου οι ενσωματωμένοι στόχοι γίνονται δεκτοί ως εικονικοί χρήστες. Οι **μεθοδολογίες** πρέπει να παρουσιάζουν **πιο αξιόπιστη απόδοση ραντάρ και επικοινωνίας**, διατηρώντας παράλληλα **περισσότερη ενέργεια**.

- **Κατανάλωση Ενέργειας:** Κάθε σύνδεση απαιτεί χρήση ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας είναι το πιο κρίσιμο ζήτημα για τις συσκευές IoT. Για να ενεργοποιηθεί το IoR, οι τεχνικές του **JRC** και τα **συστήματα μεσαίας πρόσβασης** πρέπει να αντλούν **λιγότερη ενέργεια**. Τα **συστήματα ραντάρ** και **Dedicated Short Range Communication (DSRC)** καταναλώνουν σχεδόν το **ήμισυ της συνολικής κατανάλωσης ισχύος των αισθητήρων**. Στο μέλλον, πρέπει να συγχωνευθούν σε μια ενιαία μονάδα.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΙΟR

- Η κοινή αρχιτεκτονική IoT θεωρείται ότι έχει τρία επίπεδα (**επίπεδο εφαρμογής, το επίπεδο δικτύου και το επίπεδο αντίληψης**). Στη συνέχεια, η αρχιτεκτονική του IoT έγινε μια δομή **πέντε επιπέδων**. Πρόσφατα, η Cisco πρότεινε μια αρχιτεκτονική **επτά επιπέδων**.
- Εστιάζουμε κυρίως στα επίπεδα **αντίληψης και μεταφοράς (ή συνδεσιμότητας)** για την υλοποίηση της αρχιτεκτονικής IoR. Η τεχνολογία **JRC** επιτρέπει τις λειτουργίες **αντίληψης και μεταφοράς** να γίνονται με **μία μόνο εκπομπή**. Επομένως, όλος ο έλεγχος θα πρέπει να γίνεται σε **δύο επίπεδα με περιορισμένο τρόπο**.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ – ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΙΟΡ

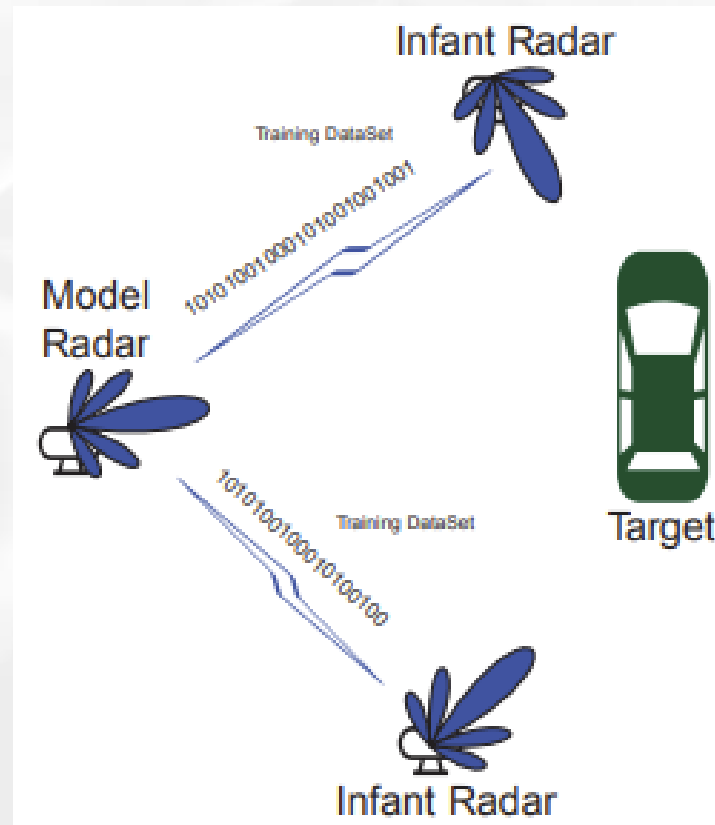
- Η **απόδοση της ανίχνευσης ραντάρ** περιορίζεται στην απόδοση **επικοινωνίας και αντίστροφα**. Τα ραντάρ λειτουργούν με βάση την αρχή των κύκλων εκπομπής και λήψης που χαρακτηρίζονται από τη συχνότητα επανάληψης παλμών (PRF).
- Η **εμβέλεια του ραντάρ** και η **απόδοση παρακολούθησης** επηρεάζονται από το **PRF**. Για να επιτευχθεί η καλύτερη λειτουργία, αυτή η αντιστάθμιση πρέπει να αντιμετωπιστεί από κάποιον μηχανισμό ελέγχου που έχει άμεση πρόσβαση στα επίπεδα μεταφοράς και αντίληψης. Ονομάσαμε αυτό το επίπεδο **«επίπεδο διαλειτουργικότητας»**.

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ – SOCIALLY COGNITIVE RADAR

- Τα **τρέχοντα ραντάρ** πρόκειται να γίνουν **πιο έξυπνα** στο πλαίσιο των εξελίξεων στο **γνωστικό ραντάρ (CR)**. Θα πρέπει να χρησιμοποιούν τις γνώσεις τους για να ξεπερνούν προβλήματα που προκαλούνται από ευέλικτους στόχους.
- Κάθε **CR** μπορεί να επιλέξει **το ίδιο φάσμα ή κυματομορφή** για να φτάσει στη **μέγιστη απόδοση**, γεγονός που οδηγεί σε **συμφόρηση την αποστολή δεδομένων από το ραντάρ**. Για να **αποφευχθεί** αυτή η συμφόρηση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές του **JRC**.
- Σε ένα **δίκτυο CR**, τα **ραντάρ** είναι έτοιμα να **παρατηρήσουν** τα δικά τους **σήματα που αντανακλώνται από το περιβάλλον**. Έτσι, η συγχώνευση παρατηρήσεων **άλλων ραντάρ μέσω επικοινωνίας** στη διαδικασία εκμάθησης CR οδηγεί το CR ένα βήμα παραπέρα για να γίνει ένα **κοινωνικά γνωστικό ραντάρ (SCR)**, μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ενός ειδικού δικτύου επικοινωνίας και βελτιωμένων αλγορίθμων επεξεργασίας σήματος.

[4/4]

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ – SOCIALLY COGNITIVE RADAR



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

- Η **συμβατικότητα** και η **ενεργειακή απόδοση**, κύρια χαρακτηριστικά του JRC, καθιστούν την τεχνολογία αυτή μια **πολλά υποσχόμενη λύση για πλατφόρμες IoT**.
- Η **μεμονωμένη εκπομπή** αναδύεται ως **πρόβλημα** βελτιστοποίησης μεταξύ της **ανίχνευσης ραντάρ και της αποστολής πληροφοριών**, για τον λόγο αυτόν, **στόχος** είναι η δημιουργία μιας νέας ιδέας, του **Διαδικτύου των Ραντάρ**.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!

ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ
321/2018107
ICSD18107@AEGEAN.GR

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
321/2018161
ICSD18161@AEGEAN.GR