

**Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Μηχανικών Η/Υ και Πληροφορικής**

**Τομέας Εφαρμογών και Θεμελιώσεων της Επιστήμης των Υπολογιστών
Εργαστήριο Κατανεμημένων Συστημάτων και Τηλεματικής**

Θέματα Διπλωματικών Εργασιών

Υπεύθυνος: Καθηγητής Χρήστος Ι. Μπούρας

Ακαδημαϊκό Έτος 2025-2026

Εργασία 1	Βελτιστοποίηση στρατηγικών σύνδεσης τεχνολογίας DUDe σε δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5ης γενιάς
Επιβλέπων Άτομα Περιγραφή	Χ. Μπούρας - Β. Κόκκινος 1 Στα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 5^{ης} γενιάς (5G), η συσχέτιση ενός χρήστη με κάποιο σταθμό βάσης (ΣΒ) βασίζεται αποκλειστικά στην ισχύ του σήματος στον κατερχόμενο σύνδεσμο (downlink), με αποτέλεσμα κάποιος χρήστης να συνδέεται στον ίδιο ΣΒ και στις δύο κατευθύνσεις (Downlink και Uplink), αγνοώντας ουσιαστικά τις συνθήκες του uplink. Η τεχνολογία Downlink Uplink Decoupling (DUDe) έρχεται να δώσει μία εναλλακτική στην παραπάνω διαδικασία, αφού με τη συγκεκριμένη τεχνολογία η συσχέτιση χρήστη-ΣΒ στο uplink δεν βασίζεται απαραίτητα στα ίδια κριτήρια με το downlink. Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής είναι <u>να μελετήσει και να αναπτύξει ένα σύστημα σύνδεσης που θα λαμβάνει υπόψη πολλαπλά κριτήρια για την επιλογή διαφορετικών σταθμών βάσης στο Uplink και Downlink. Τέτοια κριτήρια είναι το Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR), το φορτίο των ΣΒ, η καθυστέρηση και ενεργειακή κατανάλωση.</u> Προαπαιτούμενα Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 2	Μοντελοποίηση και βελτιστοποίηση πολιτικών σύνδεσης σε δίκτυα 5G που υποστηρίζουν την τεχνολογία DUDe
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας - Β. Κόκκινος
Άτομα	1
Περιγραφή	Στα σύγχρονα κυψελοειδή δίκτυα 5ης γενιάς (5G), η τεχνολογία Downlink Uplink Decoupling (DUDe) μεταβάλλει θεμελιωδώς τη στρατηγική σύνδεσης των χρηστών, προσφέροντας τη δυνατότητα για ανεξάρτητη επιλογή σημείων πρόσβασης για το downlink (λήψη) και το uplink (αποστολή). Η εξέλιξη αυτή αυξάνει τις δυνατότητες εξισορρόπησης φορτίου, βελτιστοποίησης απόδοσης, και ενεργειακής αποδοτικότητας, αλλά παράλληλα καθιστά πιο σύνθετο το πρόβλημα της βέλτιστης σύνδεσης. Η παρούσα διπλωματική έχει ως στόχο τη <u>μαθηματική μοντελοποίηση και τη βελτιστοποίηση πολιτικών σύνδεσης σε 5G DUDe δίκτυα, εστιάζοντας στη διαμόρφωση πολιτικών που προσαρμόζονται δυναμικά στις συνθήκες του δικτύου, όπως SNR, φορτίο, κινητικότητα και απαιτήσεις ποιότητας υπηρεσίας (QoS).</u> Θα διερευνηθούν τόσο στατικές όσο και δυναμικές <u>πολιτικές σύνδεσης, με στόχο τη μεγιστοποίηση μετρικών όπως η συνολική χωρητικότητα, η δικτυακή απόδοση και η ικανοποίηση του τελικού χρήστη.</u>
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 3	Συγκριτική ανάλυση βέλτιστων κριτηρίων απόφασης σύνδεσης σε DUDe 5G Δίκτυα
Επιβλέπων Άτομα Περιγραφή	Χ. Μπούρας - Β. Κόκκινος 1 Στα δίκτυα 5ης γενιάς (5G), η τεχνολογία Downlink Uplink Decoupling (DUDe) εισάγει τη δυνατότητα να επιλέγεται διαφορετικός σταθμός βάσης για αποστολή (uplink) και λήψη (downlink) δεδομένων, αντί της παραδοσιακής «ζευγαρωμένης» σύνδεσης. Αυτή η προσέγγιση αυξάνει την απόδοση, ειδικά σε ετερογενή δίκτυα με macro και small cells, αλλά δημιουργεί νέες προκλήσεις στον τρόπο με τον οποίο αποφασίζεται η σύνδεση του χρήστη. Η επιλογή των «βέλτιστων» σταθμών σύνδεσης επηρεάζεται από ποικίλα κριτήρια: ισχύς σήματος, ρυθμός μετάδοσης, καθυστέρηση, φορτίο κυψέλης, κατανάλωση ενέργειας κ.ά. <u>Η παρούσα διπλωματική στοχεύει στη συστηματική σύγκριση και αξιολόγηση διαφορετικών στρατηγικών απόφασης σύνδεσης σε DUDe περιβάλλον, προτείνοντας ή συνδυάζοντας κριτήρια σύνδεσης βάσει της απόδοσής τους σε διαφορετικά σενάρια χρήσης.</u> Προαπαιτούμενα Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 4	Εφαρμογή ενισχυτικής μάθησης για δυναμική απόφαση DUDe σύνδεσης σε Δίκτυα 5G
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας - Β. Κόκκινος
Άτομα	1
Περιγραφή	Η τεχνολογία Downlink Uplink Decoupling (DUDe) επιτρέπει τη σύνδεση των κινητών χρηστών σε διαφορετικούς σταθμούς βάσης για uplink και downlink, αυξάνοντας την ευελιξία και την απόδοση των 5G δικτύων, ειδικά σε ετερογενή περιβάλλοντα (macro/small cells). Η χρήση στατικών στρατηγικών σύνδεσης, ωστόσο, οδηγεί συχνά σε υποβέλτιστες επιλογές λόγω της δυναμικής φύσης των ασύρματων καναλιών και της μεταβλητότητας του φορτίου στους σταθμούς βάσης. Η παρούσα εργασία εστιάζει στην εφαρμογή ενισχυτικής μάθησης (Reinforcement Learning - RL) για τη λήψη δυναμικών και έξυπνων αποφάσεων σύνδεσης DUDe, όπου ένας "πράκτορας" (agent) μαθαίνει μέσω δοκιμών και επιβράβευσης (reward) πώς να συνδέει τους χρήστες με τους κατάλληλους σταθμούς για uplink και downlink, με στόχο τη βελτιστοποίηση της ποιότητας εμπειρίας (QoE), της χρήσης πόρων, και της ενεργειακής απόδοσης.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 5	Συνδυασμός DUDe και Machine Learning για Mobility-aware Απόφαση Σύνδεσης σε Δίκτυα 6G
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας - Β. Κόκκινος
Άτομα	1
Περιγραφή	Η τεχνολογία Downlink Uplink Decoupling (DUDe) επιτρέπει σε κινητούς χρήστες να συνδέονται με διαφορετικούς σταθμούς βάσης για την αποστολή (uplink) και λήψη (downlink) δεδομένων, βελτιώνοντας την απόδοση και την ευελιξία των ασύρματων δικτύων. Στα μελλοντικά 6G δίκτυα, όπου αναμένονται υψηλή κινητικότητα χρηστών και πυκνότερη κυψελοειδής διάταξη, η ανάγκη για δυναμική και έξυπνη στρατηγική σύνδεσης γίνεται ακόμα πιο κρίσιμη. Η παρούσα διπλωματική εστιάζει στο σχεδιασμό ενός συστήματος μηχανικής μάθησης που λαμβάνει υπόψη την κινητικότητα των χρηστών (mobility-awareness) για τη λήψη βελτιστοποιημένων αποφάσεων σύνδεσης DUDe, με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος, τη μείωση των αποσυνδέσεων (handover failures) και την ενεργειακή αποδοτικότητα. Στόχος της διπλωματικής είναι <u>να αναπτύξει ή αξιοποιήσει μοντέλα πρόβλεψης κινητικότητας (π.χ. πρόβλεψη επόμενης θέσης ή ταχύτητας χρήστη) και η σχεδίαση ενός ML-based decision engine για την επιλογή του βέλτιστου uplink/downlink σταθμού βάσης ανάλογα με τη θέση και πορεία χρήστη, την κατάσταση καναλιού και το φορτίο των σταθμών βάσης</u>
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 6	Τεχνικές βελτιστοποίηση μηχανισμού ADR σε δίκτυα LoRa με χρήση μηχανικής μάθησης
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας – Α. Γκάμας
Άτομα	1
Περιγραφή	Τα δίκτυα IoT (Internet of the Things) αποτελεί ένα κομμάτι της τεχνολογίας που πρόκειται να εδραιωθεί σε όλο και περισσότερους τομείς της σημερινής κοινωνίας. Μια από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται στο IoT είναι η διαχείριση της ενέργειας στις κινητές συσκευές που συνήθως λειτουργούν με μπαταρία. Μια τεχνολογία IoT είναι το LoRa, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει μετάδοση δεδομένων σε μεγάλη απόσταση με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ένα σημαντικό συστατικό της λειτουργία του LoRa είναι ο μηχανισμός ADR (Adaptive Data Rate) ο οποίος έχει ως στόχο τον δυναμικό καθορισμό του ρυθμού μετάδοσης ώστε να βελτιστοποιείται η χρήση των δικτυακών πόρων. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την μελέτη του μηχανισμού ADR και την πρόταση βελτιώσεων του.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 7	Υλοποίηση συστήματος μέτρησης της ποιότητας αέρα, με τεχνολογίες IoT και LoRaWAN, και υποστήριξη AI/ML για την πρόγνωση των ρύπων
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας – Α. Γκάμας
Άτομα	1
Περιγραφή	Τα δίκτυα IoT (Internet of the Things) αποτελεί ένα κομμάτι της τεχνολογίας που πρόκειται να εδραιωθεί σε όλο και περισσότερους τομείς της σημερινής κοινωνίας. Μια από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται στο IoT είναι η διαχείριση της ενέργειας στις κινητές συσκευές που συνήθως λειτουργούν με μπαταρία. Μια τεχνολογία IoT είναι το LoRa, μέσω του οποίου μπορεί να γίνει μετάδοση δεδομένων σε μεγάλη απόσταση με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ένα σημαντικό συστατικό της λειτουργία του LoRa είναι ο μηχανισμός ADR (Adaptive Data Rate) ο οποίος έχει ως στόχο τον δυναμικό καθορισμό του ρυθμού μετάδοσης ώστε να βελτιστοποιείται η χρήση των δικτυακών πόρων. Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την μελέτη του μηχανισμού ADR και την πρόταση βελτιώσεων του.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 8	Βελτίωση κατανομής πόρων σε δίκτυα 5G and beyond με χρήση Stackelberg Pricing Game
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας – Α. Γκάμας
Άτομα	1
Περιγραφή	Σε αυτό την εργασία, ο πάροχος υποδομής edge (π.χ. Σταθμό Βάσης) παίζει ρόλο ηγέτη (leader) και αποφασίζει πόσο θα χρεώσει για πόρους όπως ισχύ τηλεπικοινωνίας και εύρος ζώνης. Στη συνέχεια, οι χρήστες (είτε κινητές μονάδες, είτε slices του δικτύου) ως ακολοθοί (followers), επιλέγουν πόσο θα χρησιμοποιήσουν ή θα αποφορτώσουν πόρους, λαμβάνοντας υπόψη την τιμή, την καθυστέρηση και τη συνολική ποιότητα υπηρεσίας (QoS). Η καινοτομία έγκειται στο ότι σχεδιάζουμε το παιχνίδι ώστε να μεγιστοποιείται η αποτελεσματική χρήση των πόρων και η αποδοτικότητα με αποτέλεσμα ο πάροχος να στοχεύει σε υψηλότερα έσοδα και καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων του δικτύου, ενώ οι χρήστες επιτυγχάνουν βελτιωμένη εμπειρία χωρίς περιττή σπατάλη πόρων. Η εργασία αξιοποιεί game theory αλγορίθμους όπως τον Stackelberg και τον Nash και οι προσομοιώσεις γίνονται σε πραγματικά φορτία και συνθήκες δικτύου.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 9	Βελτίωση κατανομής πόρων σε δίκτυα 5G and beyond με χρήση Cooperative-Competitive Game
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας – Α. Γκάμας
Άτομα	1
Περιγραφή	Η εργασία στοχεύει στη μέγιστη συνολική επίδοση με τον ελάχιστο ενεργειακό και φασματικό κόστος, αποδίδοντας σημαντικά κέρδη έναντι κλασικών game theory αλγορίθμων σε δίκτυα 5G and beyond. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για την δημιουργία ενός υβριδικού πλαισίου που συνδυάζει cooperative και non-cooperative game theory αλγορίθμους που στόχο έχουν τη όσο δυνατών βέλτιστη κατανομή φάσματος και ισχύος σε ετερογενή δίκτυα 5G (HetNets). Οι σταθμοί βάσης μακροκυψελών και μικροκυψελών (Macro, Micro, Pico) δρουν ως «παίκτες» και επιδιώκουν είτε ατομική, είτε συλλογική βελτιστοποίηση στο στην ενεργειακή απόδοση και την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS). Χρησιμοποιείται Shapley value-based χωρισμός κέρδους για δίκαιη κατανομή πόρων, ενώ non-cooperative Nash equilibria που εξασφαλίζει βέλτιστη ατομική απόδοση.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.

Εργασία 10	Βελτίωση κατανομής πόρων σε δίκτυα 5G and beyond με χρήση Deep Reinforcement Learning
Επιβλέπων	Χ. Μπούρας – Α. Γκάμας
Άτομα	1
Περιγραφή	Η εργασία στοχεύει στην ανάπτυξη ενός έξυπνου, αυτό-προσαρμοζόμενου συστήματος μηχανικής μάθησης για την αποδοτική κατανομή, εύρους ζώνης και offloading εργασιών σε edge περιβάλλοντα 5G και Beyond. Ο Σταθμός Βάσης λειτουργεί ως ανεξάρτητος «πράκτορας» που εφαρμόζει deep reinforcement learning (DRL). Εκπαιδεύεται κατάλληλα, ώστε να λαμβάνει τις πλέον ευφυείς αποφάσεις κατανομής με γνώμονα την καθυστέρηση (latency), την ποιότητα υπηρεσίας (QoS), το φορτίο χρηστών και τις πιθανές παρεμβολές (interference). Παράλληλα, οι πράκτορες χρησιμοποιούν federated learning, ανταλλάσσοντας μόνο τις τιμές των μαθημένων μοντέλων τους και όχι ωμά δεδομένα χρήσης. Έτσι, το μοντέλο εξελίσσεται συλλογικά, χωρίς κινδύνους για το απόρρητο ή υπερφόρτωση του δικτύου. Αυτή η ολιστική στρατηγική επιδιώκει την όσο το δυνατόν υψηλότερη συνολική απόδοση, συνδυάζοντας throughput και QoS, ενώ παράλληλα περιορίζει τη χρήση ενέργειας και μειώνει το υπολογιστικό overhead. Η έρευνα επικεντρώνεται στη συγκριτική αξιολόγηση της ταχύτητας σύγκλισης, της ανθεκτικότητας σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και στην ισότιμη χρήση πόρων (fairness) όταν συμμετέχουν πολλοί ετερογενείς κόμβοι. Το σύστημα θα συγκριθεί με παραδοσιακές κεντρικές, χειριστικές ή αλγοριθμικές μεθοδολογίες, προκειμένου να αποδειχθεί η ανώτερη απόδοση που επιτυγχάνεται σε μετρικές όπως η ταχύτητα εκπαίδευσης, η αποτελεσματική χρήση πόρων και η δικαιοσύνη στην κατανομή τους.
Προαπαιτούμενα	Γενικά: Βασικές γνώσεις κινητών δικτύων επικοινωνιών. Εμπειρία σε περιβάλλοντα προσομοίωσης δικτύων, Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης. Μαθήματα: Δίκτυα Υπολογιστών, Προχωρημένα θέματα Δικτύων, Ευρυζωνικές Τεχνολογίες, Δίκτυα Δημόσιας Χρήσης και Διασύνδεση Δικτύων. Προγραμματισμός: Matlab, python.