

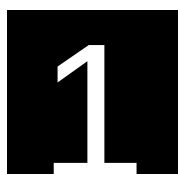
Αναλυτικό Βιογραφικό Σημείωμα

Δρ. Παναγιώτη Βαρθολομαίου

Αθήνα, Ιανουάριος 2021

Πίνακας Περιεχομένων

Βιογραφικό Σημείωμα	3
1-1 Ατομικά Στοιχεία	3
1-2 Εκπαίδευση	3
1-3 Συναφή Επαγγελματική Εμπειρία.....	3
1-4 Διδακτική Εμπειρία.....	5
1-5 Τιμητικές Διακρίσεις και Υποτροφίες	6
1-6 Ξένες γλώσσες	6
Ερευνητικό Έργο	7
2-1 Επιστημονικές & Ερευνητικές Περιοχές	7
2-2 Ερευνητική Δραστηριότητα	7
2-3 Επιστημονικές Εργασίες	14
2-4 Διεθνής Αναγνώριση Επιστημονικού Έργου.....	17
2-5 Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα.....	17



Βιογραφικό Σημείωμα

1-1 Ατομικά Στοιχεία

Όνοματεπώνυμο
Ημερομηνία Γέννησης
Τόπος Γέννησης
Υπηκοότητα
Ταχυδρομική Διεύθυνση Εργασίας
Τηλέφωνο
Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο

Παναγιώτης Βαρθολομαίος
03/02/1978
Μαρούσι Αττικής
Ελληνική
Περικλέους 54, Διόνυσος, Αττική
6939239842, 210 8135877
pvarthol@gmail.com

1-2 Εκπαίδευση

Ίδρυμα	Δίπλωμα	Χρονολογία
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο	Διδακτορικό Δίπλωμα Τίτλος διδακτορικής διατριβής: <i>Μοντελοποίηση και Έλεγχος Μικρορομποτικών Συστημάτων</i> Επιβλέπων: Καθηγ. Ευάγγελος Παπαδόπουλος	2002-2007
Imperial College London, UK	Δίπλωμα Ηλεκτρολόγου Μηχ. Τίτλος πτυχιακής: <i>Έλεγχος και Βελτιστοποίηση Υβριδικών Συστημάτων</i>	1997-2001

1-3 Συναφή Επαγγελματική Εμπειρία

Χρονολογία	Φορέας	Θέση/ Εμπειρία
Σήμερα - 01/02/2019	TWI-Hellas , Αστική μη Κερδοσκοπική Εταιρεία. <i>Θυγατρική της TWI Βρετανίας (www.twi- global.com)</i>	Επιστημονικός Υπεύθυνος Τεχνική διεύθυνση ερευνητικών έργων προηγμένης ρομποτικής τεχνολογίας Διεύθυνση ομάδας ανάπτυξης έργου Συγγραφή ερευνητικών προτάσεων Έρευνα για την ανάπτυξη αλγορίθμων επεξεργασίας δεδομένων παραγόμενα από ενσωματωμένη διάταξη αισθητήρων σε προσθετικά συστήματα κάτω άκρων, με σκοπό το βέλτιστο σχεδιασμό της τελικής προσθετικής θήκης
31/12/2019 - 01/01/2014	SingularLogic S.A. , R&D and European Research Programs Dept.	Έμπειρος Ερευνητής/ Επικεφαλής ομάδας ρομποτικών εφαρμογών Διεύθυνση ομάδας ανάπτυξης έργου Αρχιτεκτονική ρομποτικών συστημάτων σε υγειονομικούς χώρους. Εφαρμογές: (1) υποβοήθηση ηλικιωμένων και ατόμων με

		αναπηρία, (2) εφοδιαστική αλυσίδα νοσοκομείων Διασύνδεση ρομποτικών εφαρμογών με πληροφοριακά συστήματα (frontend, backend) Ανάπτυξη λογισμικού σε περιβάλλον Linux/ROS (C/C++) για τον έλεγχο πειραματικού ρομποτικού συστήματος υποβοήθησης ηλικιωμένων σε δραστηριότητες πλύσης, σε περιβάλλον γηριατρικού νοσοκομείου Ανάπτυξη αλγορίθμων (C/C++) σε περιβάλλον ROS για αναγνώριση χειρονομίας με χρήση αδρανειακών και γυροσκοπικών φορετών αισθητήρων Προσομοίωση, έλεγχος, ανάπτυξη λογισμικού για τον έλεγχο καινοτόμας ρομποτικής διάταξης για την αυτόνομη διάνοιξη υπόγειας σήραγγας μικρής διαμέτρου (κατασκευαστική ρομποτική) Συγγραφή ερευνητικών προτάσεων
Σήμερα - 01/01/2013	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο , Τμήμα Μηχ. Μηχανικών	Συνεργάτης Ερευνητής Μοντελοποίηση και έλεγχος ρομποτικών διατάξεων. Εφαρμογές σε συστήματα υποβοήθησης ηλικιωμένων.
15/09/2012 - 01/02/2010	Harvard Medical School Boston Children's Hospital, Cardiac Surgical Bio-engineering Lab Brigham & Women's Hospital, Surgical Planning Lab	Μεταδιδακτορικός Ερευνητής Σχεδιασμός και έλεγχος καινοτόμου συστήματος επενέργειας για ελάχιστα επεμβατική χειρουργική σε περιβάλλον μαγνητικού τομογράφου - εφαρμογή σε ρομποτική πλοήγηση βελόνης για βιοψία Σχεδιασμός μαγνητικά καθοδηγούμενης εναπόθεσης φαρμάκων με χρήση μαγνητικού τομογράφου
30/01/2010 - 01/10/2008	ZENON Automation & Robotics S.A. , R&D Department.	Ερευνητής Ανάπτυξη λογισμικού προσομοίωσης (C/C++) μαγνητικά καθοδηγούμενης εναπόθεσης φαρμάκων σε μικροροϊκό περιβάλλον (microfluidics)
30/07/2007 – 01/10/2002	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο , Τμήμα Μηχ. Μηχανικών	Ερευνητής Σχεδιασμός, έλεγχος και ανάπτυξη μικρορομποτικών συστημάτων για χειρισμούς ακριβείας σε περιβάλλον μικροσκοπίου για βιοϊατρικές εφαρμογές, όπως ο χειρισμός κυττάρων

1-4 Διδακτική Εμπειρία

Το παρακάτω διδακτικό έργο έλαβε χώρα στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, στη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, στα πλαίσια πρόσληψης μου ως ΠΔ 407, με σύμβαση ιδιωτικού δικαίου ορισμένου χρόνου, για εκτέλεση ερευνητικού και διδακτικού έργου που αντιστοιχεί στη βαθμίδα του Επίκουρου Καθηγητή.

	Τίτλος μαθήματος	Κύκλος σπουδών	Αντίστοιχη βαθμίδα
1	Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου με Εφαρμογές στην Βιοϊατρική	Τμήμα Πληροφορικής με Εφαρμογές στην Βιοϊατρική, Παν. Θεσσαλίας 02/2021 – 06/2021	ΠΔ/407: Επίκουρου Καθηγητή
2	Εισαγωγή στη θεωρία και τεχνολογία του αυτομάτου ελέγχου Έλεγχος με μικροϋπολογιστές Βιομηχανικά ηλεκτρονικά	Σχολή Μηχ. Μηχ. 09/07/2017 - 10/04/2017	ΠΔ/407: Επίκουρου καθηγητή
3	Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα Μετατροπής Ενέργειας	Σχολή Μηχ. Μηχ. 31/08/2016 - 05/07/2016	ΠΔ/407: Επίκουρου καθηγητή

Το παρακάτω επικουρικό διδακτικό έργο έλαβε χώρα στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ - Βασική Έρευνα από τον Οκτώβριο του 2003 μέχρι και τον Ιούνιο του 2007.

	Τίτλος μαθήματος	Κύκλος σπουδών	Διδάσκων
1	Εισαγωγή στα Ηλεκτρικά Κυκλώματα και Συστήματα	Σχολή Μηχ. Μηχ. Προπτυχιακός κύκλος μαθημάτων	Καθ. Ευ. Παπαδόπουλος
2	Συστήματα Ηλεκτρομηχανικής Μετατροπής Ενέργειας	Σχολή Μηχ. Μηχ. Προπτυχιακός κύκλος μαθημάτων	Καθ. Ευ. Παπαδόπουλος
3	Μηχατρονικά Συστήματα: Αισθητήρες – επενεργητές	Διατμηματικό Μεταπτυχιακό: "Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου"	Καθ. Ευ. Παπαδόπουλος
4	Μικρορομποτικά συστήματα	Διατμηματικό Μεταπτυχιακό: "Μικροσυστήματα και Νανοδιατάξεις"	- Καθ. Ευ. Παπαδόπουλος, - Καθ. Κ. Κυριακόπουλος, - Αναπ. Καθ. Ι. Αντωνιάδης

1-5 Τιμητικές Διακρίσεις και Υποτροφίες

1. Υποψήφιος για βράβευση καλύτερης δημοσίευσης (**Nominated Finalist for Best Medical Paper Award**) στο συνέδριο IEEE International Conference on Automation and Robotics 2013 (ICRA 13)
2. Βράβευση **ISMRM MERIT AWARD SUMMA CUM LAUDE** από την International Society for Magnetic Resonance in Medicine, στο συνέδριο ISMRM, 2012.
3. Υποψήφιος για βράβευση καλύτερης δημοσίευσης (**Nominated Finalist for Best Paper Award**) στο συνέδριο IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems 2011 (IROS 11)
4. Υποψήφιος για βράβευση καλύτερης δημοσίευσης (**Nominated Finalist for Best Student Paper Award**) στο συνέδριο IEEE Advanced Intelligent Mechatronics Conference, 2007, (AIM07), Zurich, Switzerland.
5. Θωμαΐδείο Βραβείο δημοσιευμένης εργασίας, 2008, Ε.Μ.Π.
6. Θωμαΐδείο Βραβείο δημοσιευμένης εργασίας, 2007, Ε.Μ.Π.
7. Θωμαΐδείο Βραβείο δημοσιευμένης εργασίας, 2006, Ε.Μ.Π.

1-6 Ξένες γλώσσες

Αγγλικά: Άπταιστα (Cambridge Proficiency: grade A)

Γαλλικά: Επαρκή

2

Ερευνητικό Έργο

2-1 Επιστημονικές & Ερευνητικές Περιοχές

Τα ερευνητικά ενδιαφέροντα του Παναγιώτη Βαρθολομαίου επικεντρώνονται στις παρακάτω θεματικές περιοχές.

- Μοντελοποίηση, προσομοίωση και θεωρία δυναμικών συστημάτων πολλαπλών σωμάτων (multi-body dynamics)
- Θεωρία ελέγχου και ανάπτυξη λογισμικού για το σχεδιασμό κίνησης και τον έλεγχο κίνησης ρομποτικών συστημάτων
- Ανάλυση, σχεδιασμός, αυτόματος έλεγχος και υλοποίηση μηχανικών συστημάτων: σχεδιασμός μηχανισμών και ηλεκτρονικών διατάξεων, ενσωματωμένο λογισμικό για επεξεργασία σημάτων από αισθητήρες και έλεγχο κίνησης
- Ανάπτυξη διεπαφών χρήστη και διασύνδεση ρομποτικών συστημάτων με πληροφοριακά συστήματα

Τα ερευνητικά ενδιαφέροντα εφαρμόστηκαν σε:

Ρομποτική στην βιοϊατρική: ρομποτικά συστήματα ελάχιστης επεμβατικότητας, ρομποτικά συστήματα σε περιβάλλον μαγνητικού τομογράφου, ρομποτικά συστήματα υποβοήθησης ηλικιωμένων, στοχευμένη εναπόθεση φαρμάκων in-vitro, ρομποτικά συστήματα σε υγειονομικούς χώρους.

Μικρορομποτική: Μικρορομποτικά συστήματα για τον χειρισμό και τη συναρμολόγηση μικρο-αντικειμένων σε περιβάλλον μικροσκοπίου (εφαρμογή σε πειραματική διάταξη έγχυσης κυττάρων).

Κατασκευαστική ρομποτική: ρομποτικά συστήματα για την επίτευξη αυτόνομης υπόγειας εκσκαφής με σκοπό την υπογειοποίηση καλωδίσεων για τηλεπικοινωνίες και ενέργεια, χωρίς να απαιτείται ανοικτή εκσκαφή (διακοπή κυκλοφορίας, καταστροφή υπέργειων κατασκευών, κτλ.).

2-2 Ερευνητική Δραστηριότητα

Η ενότητα αυτή παρουσιάζει την ερευνητική δραστηριότητα του Παναγιώτη Βαρθολομαίου ομαδοποιημένη ως προς τις ερευνητικές εφαρμογές. Η ανάλυση της κάθε ερευνητικής εργασίας συνοδεύεται από παραπομπές σε αντίστοιχες δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά [J] και διεθνή συνέδρια [C], με κρίση, τα οποία παρουσιάζονται στην ενότητα 2-3.

2-2-1 Ρομποτικά συστήματα για εκτέλεση μικροχειρισμών σε περιβάλλον μικροσκοπίου [2003 - 2007]

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής ο Παναγιώτης Βαρθολομαίος πραγματοποίησε το σχεδιασμό, την ανάλυση και τον έλεγχο κινούμενης, αυτόνομης μίνι-ρομποτικής πλατφόρμας, χαμηλού κόστους, η οποία εκμεταλλεύεται καινοτόμο μηχανισμό κίνησης. Η εν λόγω ρομποτική πλατφόρμα έχει δυνατότητα για ανάλυση κίνησης καλύτερη του ενός μικρού και επιτελεί εργασίες μικρορομποτικής σε περιβάλλον μικροσκοπίου, συνθέτοντας έτσι ένα μικρορομποτικό σύστημα που στοχεύει σε: (α) βιομηχανικές εφαρμογές όπως συναρμολόγηση τριδιάστατων μικροκατασκευών από ετερογενή υλικά και εξαρτήματα, (β) βιοϊατρικές εφαρμογές όπως χειρισμό και έγχυση κυττάρων, επεξεργασία ιστών, κ.α. (γ) μέτρηση φυσικών μεγεθών όπως θερμοκρασία, δυσκαμψία, αγωγιμότητα ιστών, κυττάρων και υλικών. Τα κύρια μέρη της εργασίας αυτής είναι:

Ανάλυση καινοτόμου μηχανισμού κίνησης όπου μελετήθηκε και σχεδιάστηκε διεθνώς καινοτόμος μηχανισμός κίνησης ο οποίος εκμεταλλεύεται φυγόκεντρες δυνάμεις επενέργειας που δημιουργούν εκκεντροφόροι κινητήρες. Οι φυγόκεντρες δυνάμεις ωθούν σε κίνηση το σώμα μέσα στο οποίο είναι εγκατεστημένος ο επενεργητής. Η ιδέα του φυγόκεντρικού μηχανισμού επενέργειας γεννήθηκε μέσα από την παρατήρηση σωμάτων τα οποία παρουσίαζαν μετατόπιση (ως επί το πλείστον τυχαία) λόγω κάποιας εσωτερικής δόνησης, λ.χ. πλυντήριο και κινητό τηλέφωνο.

Σχεδιασμός μίνι-ρομποτικής πλατφόρμας με φυγόκεντρικούς επενεργητές όπου Πραγματοποιήθηκε μηχανοτρονικός σχεδιασμός πλατφόρμας 2 βαθμών ελευθερίας (2 β.ε.) και τριών β.ε. με δύο και τρεις επενεργητές αντίστοιχα. Κρίσιμες γεωμετρικές και σχεδιαστικές παράμετροι προσδιορίστηκαν με στόχο τη μεγιστοποίηση απόδοσης, ανάλυσης κίνησης και ταχύτητας πλατφόρμας και την ελαχιστοποίηση διαστάσεων και καταναλισκόμενης ενέργειας. Στα πλαίσια του σχεδιασμού καταστρώθηκε δυναμικό μοντέλο τριών διαστάσεων της πλατφόρμας και αναπτύχθηκε πρόγραμμα αριθμητικής προσομοίωσης σε MATLAB. Μελετήθηκε η κίνηση της πλατφόρμας για σύγχρονη και ασύγχρονη επενέργεια και προσδιορίστηκε το ωφέλιμο εύρος λειτουργίας των επενεργητών για το οποίο η πλατφόρμα ολισθαίνει ελεγχόμενα.

Έλεγχος κίνησης μίνι-ρομποτικής πλατφόρμας όπου σχεδιάστηκε ελεγκτής ο οποίος περιλαμβάνει: (α) Εσωτερικό βρόχο τύπου model-based για αντιστάθμιση μη-γραμμικών φαινομένων και έλεγχο ταχύτητας επενεργητών. Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει τη σύγχρονη λειτουργία των επενεργητών και αυξάνει την ταχύτητα απόκρισης τους. (β) Εξωτερικό βρόχο για έλεγχο θέσης της πλατφόρμας, ο οποίος σε συνδυασμό με τον εσωτερικό βρόχο εξασφαλίζει ότι η πλατφόρμα μπορεί να εκτελεί απλή γραμμική κίνηση με πολύ καλή ανάλυση. Μελετήθηκε η δυνατότητα της πλατφόρμας να παράγει και να εφαρμόζει δυνάμεις σε υπό-χειρισμό αντικείμενα. Ανάλυση και προσομοίωση έδειξαν ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, η πλατφόρμα μπορεί να εφαρμόζει σε σταθερό αντικείμενο ελεγχόμενες δυνάμεις απαλλαγμένες από κρουστικές συμπεριφορές.

Υλοποίηση μηχανοτρονικής κατασκευής. Ακολουθήθηκε μηχανοτρονική προσέγγιση υλοποίησης όπου πραγματοποιήθηκε σύνθεση μηχανικών και ηλεκτρονικών υποσυστημάτων καθώς και ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού για έλεγχο πραγματικού χρόνου. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην επίτευξη υπολογιστικής και ενεργειακής αυτονομίας της πλατφόρμας. Για το λόγο αυτό, η επεξεργαστική ισχύς, τα κυκλώματα οδήγησης και ελέγχου των επενεργητών, τα κυκλώματα ασύρματης επικοινωνίας (Zigbee), η τροφοδοσία και τα κυκλώματα ενίσχυσης και φιλτραρίσματος σημάτων των αισθητήρων, τοποθετήθηκαν πάνω στο ρομπότ. Η ισχύς παρέχεται από επαναφορτιζόμενες κυψέλες NiMH. Το κόστος υλοποίησης διατηρήθηκε χαμηλό. Η μηχανουργική διαδικασία κατασκευής του σώματος του ρομπότ και η συναρμολόγηση του σχεδιάστηκαν ώστε να είναι ιδιαίτερα απλές και να απαιτούν λίγο χρόνο. Τα πειράματα κίνησης επαλήθευσαν όλα τα θεωρητικά μοντέλα που καταστρώθηκαν κατά τη φάση της ανάλυσης και του σχεδιασμού. Διεξήχθησαν πειράματα δύναμης τα οποία επίσης επιβεβαίωσαν τα θεωρητικά αποτελέσματα. Πειράματα οδήγησης της πλατφόρμας έδειξαν ότι ο μηχανισμός κίνησης έχει περιορισμένη κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος επιτρέποντας με αυτόν τον τρόπο ενεργειακή αυτονομία της πλατφόρμας έως και τριάντα λεπτά της ώρας.

Αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής εργασίας δημοσιεύθηκαν στα [J5],[J8],[J9] και [C15],[C16],[C17],[C18],[C19],[C20],[C21],[C22],[C23].

2-2-2 Συστήματα ρομποτικής πλοήγησης φερρομαγνητικών μικρο/ νάνο σωματιδίων μέσα σε αρτηριακό κύκλωμα επενεργούμενα από μαγνητικό τομογράφο [2008 – 2011]

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού (FP7, ICT) ερευνητικού προγράμματος NANOMA (Nanoactuators and Nanosensors for Medical Applications) και στη συνέχεια στα πλαίσια έρευνας που διεξήχθη στο Surgical Planning Laboratory, στο Brigham and Women's Hospital, Harvard Medical School. Σκοπός είναι η ανάπτυξη ρομπωτικού συστήματος μεταφοράς φαρμακευτικών φερρομαγνητικών νανοσωματιδίων τα οποία συνδυάζουν διαγνωστικές και θεραπευτικές ιδιότητες με σκοπό την πρόληψη και θεραπεία του καρκίνου του μαστού. Η επενέργηση και η ανάδραση θέσης πραγματοποιείται από κλινικό μαγνητικό τομογράφο. Στα πλαίσια αυτής ερευνητικής εργασίας ο Παναγιώτης Βαρθολομαίος πραγματοποίησε τις ακόλουθες ερευνητικές δραστηριότητες.

Παραμετρική (διαστατική) ανάλυση με στόχο το βέλτιστο σχεδιασμό του συστήματος. Η ανάλυση αυτή στοχεύει στον σαφή προσδιορισμό των δυνατοτήτων του συστήματος ενδοαρθριακής πλοήγησης νανοσωματιδίων από μαγνητικό τομογράφο και στον καθορισμό των σχεδιαστικών και λειτουργικών προδιαγραφών του συνολικού συστήματος.

Μοντελοποίηση και αριθμητική προσομοίωση συστήματος μαγνητικών σωματιδίων σε αρτηριακό κύκλωμα. Στα πλαίσια αυτής της ερευνητικής δραστηριότητας αναπτύχθηκε πλατφόρμα υπολογιστικής προσομοίωσης του συστήματος μαγνητικών σωματιδίων σε αρτηριακό κύκλωμα καθοδηγούμενα από μαγνητικές βαθμίδες πεδίου (magnetic field gradients) με σκοπό: (α) Την πρόβλεψη της κίνησης των νανοσωματιδίων σε δίκτυο αγωγών ρευστού με χαμηλό αριθμό Reynolds ($Re < 1$) και στρωτή ροή (laminar flow). (β) Την αλληλεπίδραση των μαγνητισμένων νανοσωματιδίων. (γ) Την αποτίμηση μεθόδων ελέγχου και πλοήγησης του συστήματος των νανοσωματιδίων. Σημειώνεται ότι ο μαγνητικός τομογράφος έχει τη δυνατότητα να παράγει μαγνητικές δυνάμεις σε τρεις γραμμικά ανεξάρτητες διευθύνσεις και κατά συνέπεια έχει τη δυνατότητα να οδηγεί μαγνητισμένα σωματίδια στο χώρο. Η ανάπτυξη του κώδικα αριθμητικής προσομοίωσης υλοποιήθηκε αρχικά σε γλώσσα προγραμματισμού Matlab χρησιμοποιώντας σχετικά μικρό αριθμό σωματιδίων (20) και στη συνέχεια η υπολογιστική πλατφόρμα αναπτύχθηκε σε C/C++ όπου επιτεύχθηκε επιτάχυνση της προσομοίωσης $\times 10$ δίνοντας τη δυνατότητα προσομοίωσης απόκρισης χιλιάδων σωματιδίων για προσομοιωμένο χρόνος έως 3.5s.

Για την μοντελοποίηση έγινε χρήση δικτύου διακριτών στοιχείων και συμπεριελήφθησαν δυνάμεις μαγνητικές, αντίδρασης ρευστού (δύναμη αντίδρασης Stokes), επαφής σωμάτων, ηλεκτροστατικές και van der Waals. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην πρόβλεψη και τον έλεγχο συμπεριφορών αυτό-συνάθροισης νανοσωματιδίων (nanoparticle self-assembly) υπό την επίδραση εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Από το μέγεθος και τη γεωμετρία τους εξαρτάται το πηλίκο δύναμης πρόωσης (επενέργησης) προς δύναμη αντίδρασης και κατ' επέκταση η απόδοση του ελεγκτή πλοήγησης.

Αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής δραστηριότητας δημοσιεύθηκαν στα [J6],[J7],[C8],[C12],[C13],[C14].

2-2-3 Σχεδιασμός μοντελοποίηση και ανάπτυξη ρομπωτικού επενεργητή οδηγούμενο με έλεγχο κλειστού βρόχου από προγραμματιζόμενα στρεφόμενα μαγνητικά πεδία κλίσης μαγνητικού τομογράφου [2011 – 2013]

Στα πλαίσια της έρευνας αυτής, η οποία έλαβε χώρα στο Harvard Medical School, Children's Hospital Boston, ο Παναγιώτης Βαρθολομαίος πραγματοποίησε το σχεδιασμό, τη μοντελοποίηση, την ανάλυση, τον έλεγχο και την πειραματική υλοποίηση διεθνώς καινοτόμου επενεργητή για ρομπωτικά υποβοηθούμενες επεμβατικές διαδικασίες σε περιβάλλον μαγνητικού τομογράφου. Η καινοτομία της εργασίας αυτής έγκειται στη χρήση του πεδίου B_0 , των μαγνητικών κλίσεων (gradients) και των απεικονιστικών δυνατοτήτων του μαγνητικού συντονισμού, σε συνδυασμό με μηχανισμό

κίνησης σχεδιασμένο και κατασκευασμένο από τον Π. Βαρθολομαίο, για τη σύνθεση και υλοποίηση ηλεκτρομαγνητικού επενεργητή τριών βαθμών ελευθερίας, με έλεγχο θέσης κλειστού βρόχου, μέσα στο MRI με σκοπό την αυτοματοποίηση επεμβατικών διαδικασιών, όπως οι βιοψίες.

Ο ηλεκτρομαγνητικός επενεργητής αποτελείται από: (1) το στάτη, ο οποίος περιλαμβάνει τα πηνία κλίσης πεδίου, μέσα στα τοιχώματα του MRI, (2) το δρομέα (τα στρεφόμενα μέρη) που φέρει την κατασκευή του τυμπάνου με ενσωματωμένα σφαιρίδια οξειδίου του σιδήρου, τα οποία μαγνητίζονται από το πεδίο B_0 και στα οποία εφαρμόζονται δυνάμεις από τις μαγνητικές κλίσεις (το πεδίο B_0 και οι κλίσεις προσφέρουν την απαιτούμενη ισχύ στο σύστημα επενέργειας), (3) από το απεικονιστικό σύστημα του MRI και (4) από το σύστημα ελέγχου. Οι μαγνητικές κλίσεις προγραμματίζονται ώστε να δημιουργούν ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο το οποίο ασκεί δυνάμεις στα ενσωματωμένα μαγνητικά σφαιρίδια, οι οποίες με τη σειρά τους δημιουργούν ροπές που κινούν το δρομέα μέσα στον μαγνητικό τομογράφο. Η περιστροφή του δρομέα μετατρέπεται σε επιθυμητή γραμμική κίνηση του μηχανισμού μέσω κατάλληλα σχεδιασμένου συστήματος μετάδοσης κίνησης. Το σύστημα μετάδοσης κίνησης επιτυγχάνει μικρές αυξητικές μετατοπίσεις ενός επεμβατικού εργαλείου το οποίο είναι συνδεδεμένο στο τελικό σημείο δράσης του μηχανισμού, όπως μία βελόνη βιοψίας ή ένας καθετήρας. Οι μαγνητικές κλίσεις (x, z, z) μπορούν να προγραμματίζονται έτσι ώστε να ασκούν τρεις γραμμικά ανεξάρτητες δυνάμεις σε τρεις δρομείς επιτυγχάνοντας τρεις βαθμούς ελευθερίας. Τοποθετώντας κάψουλες με σκιαγραφικό υγρό (contrast agents) σε κατάλληλα σημεία του μηχανισμού επιτεύχθηκε η απεικόνιση της θέσης της κάψουλας και κατ' επέκταση η εκτίμηση της μετατόπισης του μηχανισμού. Η εναλλασσόμενη ενεργοποίηση της επενέργειας και της απεικόνισης με τεχνικές πολυπλεξίας επιτρέπει την οδήγηση με έλεγχο θέσης σε πραγματικό χρόνο του επεμβατικού εργαλείου. Πραγματοποιήθηκε πειραματική δοκιμή βιοψίας σε τμήμα ιστού από μυοκάρδιο χοίρου, η οποία επιβεβαίωσε την ευστάθεια του συστήματος και τα θεωρητικά χαρακτηριστικά του επενεργητή όπως, ανάλυση κίνησης, ακρίβεια μέτρησης, ταχύτητα τελικού σημείου δράσης και απόδοση του συστήματος.

Αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής εργασίας δημοσιεύθηκαν στα [J3],[J4],[C6],[C7], [C9],[C10],[C11].

2-2-4 Μοντελοποίηση και έλεγχος εύκαμπτου ρομποτικού βραχίονα με σκοπό την υποβοήθηση ηλικιωμένων σε διαδικασίες πλήσης σώματος [2015 – 2019]

Γενική περιγραφή του ρομποτικού συστήματος: Μέρος της έρευνας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου I-Support, Horizon2020. Στα πλαίσια του έργου αναπτύχθηκε ρομποτικός μηχανισμός (όχι από τον Παναγιώτη Βαρθολομαίο, αλλά από συνεργάτη διαφορετικού φορέα) με στόχο να ενισχύσει τη δυνατότητα του ηλικιωμένου για την πλήση σώματος, να εξασφαλίσει την αυτοεξυπηρέτησή του και να μεγιστοποιήσει την διάρκεια της ανεξαρτησίας του από συγγενείς και φροντιστές. Το σύστημα αποτελείται από εύκαμπτο ρομποτικό βραχίονα επενεργούμενο από πνευματικά συστήματα και τένοντες. Το τελικό σημείο δράσης φέρει σπόγγο για τρίψιμο της επιφάνειας του σώματος. Όταν ο σπόγγος δεν είναι προσδεμένος στο τελικό σημείο δράσης, τότε ο εύκαμπτος βραχίονας καμπτόμενος και κινούμενος γύρω από το σώμα του χρήστη παρέχει νερό για την πλήση του σώματος.

Η συνεισφορά του Παναγιώτη Βαρθολομαίου συνίσταται σε τρία μέρη: (1) μοντελοποίηση εύκαμπτου βραχίονα με σκοπό τον έλεγχο θέσης και έλεγχο δύναμης με χρήση μηχανικού μοντέλου συνεχούς μέσου, (2) ανάπτυξη διεπαφής χρήστη για τον τηλεχειρισμό του εύκαμπτου βραχίονα και (3) ανάπτυξη λογισμικού για την ομαλή εκτέλεση και επίβλεψη των καθηκόντων του ρομποτικού συστήματος.

Μοντελοποίηση εύκαμπτου βραχίονα επενεργούμενου από ανταγωνιστικούς τένοντες, με εφαρμογή μηχανικής συνεχούς μέσου και πειραματική επαλήθευση.

Η ερευνητική εργασία προτείνει καινοτόμα μέθοδο μοντελοποίησης εύκαμπτου βραχίονα που υπόκειται σε μεγάλες παραμορφώσεις και μεγάλες εκτροπές (μεγάλες γωνίες κάμψης). Το μοντέλο προσφέρει τα παρακάτω υπολογιστικά χαρακτηριστικά. Δεν περιλαμβάνει καμία παραδοχή για τη γεωμετρία της παραμόρφωσης του βραχίονα (π.χ. σταθερή ακτίνα καμπυλότητας) και γι' αυτό μπορεί να προσφέρει ορθές λύσεις για τη μορφή του βραχίονα ακόμα και στην περίπτωση που ασκούνται εξωτερικές δυνάμεις όπως η δύναμη της βαρύτητας. Το μοντέλο είναι αντιστρέψιμο και γι αυτό μπορεί να υπολογίσει την απαιτούμενη τάνυση του τένοντα για κάθε θέση του βραχίονα που ανήκει στο χώρο εργασίας. Χαρακτηρίζεται από χαμηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα κατάλληλη για χρήση του μοντέλου σε αλγορίθμους ελέγχου θέσης του βραχίονα σε πραγματικό χρόνο. Οι επιθυμητές ιδιότητες του μοντέλου επιτεύχθηκαν χρησιμοποιώντας θεωρία μεγάλων παραμορφώσεων Green-Lagrange, η οποία περιγράφει μεγάλες εκτροπές ενός συνεχούς μέσου όπως ο εύκαμπτος βραχίονας. Καταστρώθηκαν οι διαφορικές εξισώσεις, έγινε ο προσδιορισμός των αρχικών συνθηκών και πραγματοποιήθηκε η αριθμητική επίλυση του προβλήματος ολοκληρώνοντας κατά μήκος του βραχίονα, η οποία οδηγεί στην εύρεση του σχήματος του βραχίονα όταν σε αυτόν επενεργούν οι δύο τένοντες και επιδρούν εξωτερικές δυνάμεις (π.χ. όπως η βαρύτητα). Τα αποτελέσματα επαληθεύτηκαν πειραματικά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ακριβή πρόβλεψη για μεγάλες εκτροπές επιτυγχάνουν τα μοντέλα πεπερασμένων στοιχείων, τα οποία όμως δεν είναι αντιστρέψιμα και η πολυπλοκότητά τους δεν επιτρέπει τη χρήση τους σε έλεγχο πραγματικού χρόνου. Η καινοτομία της προτεινόμενης μεθόδου, σε σχέση με άλλα συναφή ερευνητικά αποτελέσματα, είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο θέσης και έλεγχο δύναμης σε πραγματικό χρόνο εύκαμπτου βραχίονα του οποίου το βάρος επηρεάζει την παραμόρφωσή του, προσφέροντας πολύτιμο εργαλείο για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο εύκαμπτων ρομποτικών συστημάτων που αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο.

Ανάπτυξη διεπαφών χρήστη για τον τηλεχειρισμό εύκαμπτου ρομποτικού βραχίονα υποβοήθησης πλύσης ηλικιωμένων. Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η σχεδίαση διεπαφής χρήστη, η οποία δίνει τη δυνατότητα στον ηλικιωμένο να χρησιμοποιεί και να ελέγχει τον εύκαμπτο βραχίονα για την πλύση του σώματος του, με τρόπους συμβατούς με τις νοητικές ικανότητές και τις δεξιότητές του. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε η ανάπτυξη διεπαφών χρήστη και η μελέτη τους ως προς την αποδεκτότητα (acceptability) και χρηστικότητα (usability) τους, καθώς και την αποδεκτότητα και χρηστικότητα διαφορετικών βαθμών αυτοματοποίησης του χειρισμού του ρομπότ: αυτόνομος έλεγχος (autonomous control), διαμοιρασμένος έλεγχος (shared control) και τηλεχειρισμός (teleoperation). Οι μελέτες αποδεκτότητας και χρηστικότητας πραγματοποιήθηκαν σε συνεργασία με γηριατρικές κλινικές στη Γερμανία και την Ιταλία.

Για την περίπτωση του αυτόνομου ελέγχου αναπτύχθηκε γραφική διεπαφή χρήστη (GUI) με την οποία ο χρήστης αλληλεπιδρά χρησιμοποιώντας την οθόνη αφής ενός αδιαβροχοποιημένου tablet. Ο χρήστης επιλέγει αλληλουχία διαδικασιών πλύσης και ενεργοποιεί τη διαδικασία. Στη συνέχεια το ρομπότ εκτελεί την πλύση αυτόνομα μέχρι την ολοκλήρωσή της διαδικασίας ή την ακύρωσή της από το χρήστη μέσω της διεπαφής.

Για την περίπτωση του διαμοιρασμένου ελέγχου και τον απλό τηλεχειρισμό πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός και ανάπτυξη ασύρματου φορετού (wearable) συστήματος τηλεχειρισμού, το οποίο περιλαμβάνει αδρανειακή μονάδα μέτρησης (Inertial Measurement Unit) με ενσωματωμένα το επιταχυνσιόμετρο, το γυροσκόπιο και τη μαγνητική πυξίδα, ενσωματωμένο επεξεργαστή, σύστημα ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth και κύκλωμα τροφοδοσίας ισχύος από μπαταρία. Το ηλεκτρονικό σύστημα περικλείεται σε αδιάβροχη θήκη η οποία φοριέται στο εξωτερικό μέρος της παλάμης και όταν ενεργοποιείται καταγράφει την κίνηση του χεριού. Κομβίο ηλεκτρονικού διακόπτη προσαρμοσμένο στο δάχτυλο του χρήστη δίνει τη δυνατότητα ενεργοποίησης/απενεργοποίησης του τηλεχειριστηρίου από το χρήστη. Ορίστηκαν έξι

απλές χειρονομίες-εντολές (gestures) τις οποίες όταν ο ηλικιωμένος εκτελεί (και άρα κινεί το φορετό τηλεχειριστήριο), παράγονται δεδομένα από τους αισθητήρες τα οποία χρησιμοποιούνται για τη αναγνώριση της χειρονομίας-εντολής (gesture recognition). Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε ενσωματωμένος κώδικας για τη συγχώνευση των δεδομένων από το επιταχυνσιόμετρο και το γυροσκόπιο και την αποστολή τους σε κεντρικό υπολογιστή. Αναπτύχθηκε αλγόριθμος μη-γραμμικών ελαχίστων τετραγώνων (ο οποίος εκτελείται στον κεντρικό υπολογιστή (ROS, C/C++)) για την προσαρμογή της καταγεγραμμένης κίνησης σε καμπύλη η οποία στη συνέχεια ταξινομείται σε μία από τις έξι χειρονομίες ελέγχου. Η χειρονομία του χρήστη είναι μικρής έντασης (μικρή κίνηση του χεριού πάνω-κάτω, αριστερά-δεξιά, εμπρός-πίσω), κατά συνέπεια μία σημαντική τεχνική πρόκληση για την επίτευξη του αλγορίθμου αναγνώρισης της χειρονομίας ήταν η μεγάλη διακριτική ικανότητα. Επιπλέον, αναπτύχθηκε εναλλακτική διεπαφή χρήστη αποτελούμενη από αδιαβροχοποιημένο πληκτρολόγιο χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα: πάνω-κάτω, αριστερά-δεξιά.

Πραγματοποιήθηκε μελέτη σύγκρισης των διεπαφών και των βαθμών αυτοματοποίησης σε δοκιμές με εικοσιπέντε ηλικιωμένους οι οποίοι επιλέχθηκαν με κριτήριο την ήπια γνωστική εξασθένηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρήστες επιτυγχάνουν ταχύτερη πλύση με διαμοιρασμένο έλεγχο και ότι η διεπαφή με την μεγαλύτερη αποδεκτότητα και χρηστικότητα είναι το αδιαβροχοποιημένο πληκτρολόγιο.

Ανάπτυξη συστήματος σχεδιασμού αλληλουχίας καθηκόντων και επιτήρησης της εκτέλεσής τους. Σκοπός της εργασίας ήταν η ανάπτυξη λογισμικού που σχεδιάζει και ελέγχει την εκτέλεση των ρομποτικών καθηκόντων κατά τη διαδικασία της πλύσης και επιτυγχάνει διαχείριση σφαλμάτων που τυχόν προκύπτουν κατά τη διαδικασία, μέσω ελεγχόμενου τερματισμού της ρομποτικής δραστηριότητας.

Για το σκοπό αυτό, η διαδικασία της πλύσης του σώματος αποδομήθηκε σε ακολουθίες πρωταρχικών καθηκόντων πλύσης (π.χ. *wash-back*, *scrub-back*, *rinse-right-lower-leg*, *start*, *halt*, *stop*, *repeat*, κτλ.) οι οποίες αντιστοιχίστηκαν σε ρομποτικά καθήκοντα. Από αυτά τα πεπερασμένα ρομποτικά καθήκοντα δύναται να ανασυντεθεί οποιαδήποτε αλληλουχία πράξεων σύμφωνα με τις προτιμήσεις και τις ιδιαιτερότητες του χρήστη (για παράδειγμα αν ένας χρήστης έχει ευαισθησία ή τραύμα σε περιοχή του σώματος και δεν επιθυμεί ο σπόγγος να έρθει σ' επαφή με αυτήν). Η διαδικασία της πλύσης μοντελοποιήθηκε από κατευθυνόμενους γράφους οι οποίοι υλοποιήθηκαν υπολογιστικά (ROS, Python, C/C++) από μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων, όπου η μετάβαση από τη μία κατάσταση στην επόμενη εξαρτάται από τις εντολές του χρήστη (μέσω διεπαφών χρήστη), τις καταστάσεις του ρομπότ και την κατάσταση των σφαλμάτων.

Αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής εργασίας δημοσιεύθηκαν στα [J1], [C1].

2-2-5 Μοντελοποίηση και έλεγχος υπόγειου εκσκαφικού ρομπότ για τη αυτοματοποιημένη διεξαγωγή διάνοιξης σήραγγας [2017 – 2020]

Γενική περιγραφή του ρομποτικού συστήματος: Η ερευνητική εργασία είναι σε εξέλιξη και πραγματοποιείται στα πλαίσια του προγράμματος BADGER του Horizon2020. Στόχος του έργου BADGER είναι η ανάπτυξη καινοτόμου ρομποτικού συστήματος για την αυτόνομη διάνοιξη υπόγειας σήραγγας με σκοπό την υπογειοποίηση καλωδιώσεων τηλεπικοινωνιών και δεδομένων, και την αυτοματοποιημένη κατασκευή υπόγειων δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, χωρίς να απαιτείται η διεξαγωγή ανοικτής εκσκαφής. Το μηχανικό μέρος του ρομπότ θα μπορούσε να παρομοιαστεί με έναν μετροπόντικα σε σμίκρυνση. Είναι σπονδυλωτό, αποτελείται από τρία κυλινδρικά τμήματα, αξονικά συνδεδεμένα μεταξύ τους, με αρθρώσεις τριών βαθμών ελευθερίας (yaw-pitch και μία πρισματική άρθρωση). Στο άκρο του τελικού τμήματος είναι συνδεδεμένο περιστρεφόμενος δίσκος κοπής, ο οποίος σε συνδυασμό με τις δυνάμεις που μεταφέρονται από της αρθρώσεις περιστροφική διάτρηση του εδάφους. Το

λογισμικό του ρομπότ BADGER περιλαμβάνει δύο μέρη: αυτό που εκτελείται στον κεντρικό υπολογιστή ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο σταθμό εδάφους και το ενσωματωμένο λογισμικό εγκατεστημένο στον μικρο-υπολογιστή εγκατεστημένο επί του υπόγειου ρομπότ.

Ο Παναγιώτης Βαρθολομαίος υλοποίησε την δυναμική μοντελοποίηση της υπόγειας ρομποτικής κατασκευής, το σχεδιασμό κίνησης του σπονδυλωτού αυτού ρομπότ, την ανάπτυξη της γραφικής διεπαφής χρήστη για τον έλεγχο του ρομπότ από υπολογιστή, τη διασύνδεση της διεπαφής με το περιβάλλον ROS και τη συλλογή και διαχείριση των δεδομένων από τους αισθητήρες του υπόγειου ρομπότ σε κατάλληλα σχεδιασμένη βάση δεδομένων. Οι εργασίες αυτές περιγράφονται συνοπτικά στις παρακάτω παραγράφους.

Ανάπτυξη της γραφικής διεπαφής χρήστη για τον έλεγχο του ρομπότ από υπολογιστή. Αναπτύχθηκε γραφική διεπαφή χρήστη (χρησιμοποιώντας τεχνολογίες HTML5, PHP, Javascript-Angular), η οποία δίνει τη δυνατότητα για χάραξη υπόγειας πορείας, για την αυτόνομη λειτουργία του ρομπότ και για τον τηλεχειρισμό του ρομπότ σε (α) επίπεδο ταχυτήτων του τελικού σημείου δράσης στο χώρο εργασίας του ρομπότ και (β) σε χαμηλότερο επίπεδο ελέγχου στο χώρο των αρθρώσεων. Πραγματοποιήθηκε διασύνδεση του γραφικού περιβάλλοντος μέσω web-socket πρωτοκόλλου επικοινωνίας, με τους κόμβους του μεταλογισμικού ROS (Robot Operating System).

Δυναμική μοντελοποίηση και σχεδιασμός κίνησης του σπονδυλωτού ρομπότ. Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε σχεδιασμός κίνησης και έλεγχος κίνησης με χρήση αντιστροφής δυναμικού μοντέλου (model-based dynamic control). Για το σκοπό αυτό μελετήθηκε η μηχανική του ρομποτικού συστήματος και υλοποιήθηκε η κατάστρωση των δυναμικών εξισώσεων που διέπουν την κίνηση. Υλοποιήθηκε κώδικας για την αριθμητική επίλυσή του δυναμικού μοντέλου (σε Matlab και στη συνέχεια σε C/C++) με σκοπό την προσομοίωση και τον έλεγχο του δυναμικού συστήματος σε πραγματικό χρόνο. Δεδομένης της σπονδυλωτής αρχιτεκτονικής του ρομπότ BADGER, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο σχεδιασμό ακολουθίας κίνησης, δηλαδή στο βηματισμό του ρομπότ (gait sequence) για την επίτευξη της διάτρησης του εδάφους και την υλοποίηση της σήραγγας.

Μολονότι το πεδίο εφαρμογής της συγκεκριμένης έρευνας είναι η σηραγγοποιία μικρής κλίμακας, παρόμοιες τοπολογίες ρομποτικών μηχανισμών (σε πολύ μικρότερη κλίμακα) και μεθόδων ελέγχου μπορούν να εφαρμοστούν σε έρευνα για τις ανάγκες ιατρικών εφαρμογών ελάχιστης επεμβατικότητας.

Αποτελέσματα της παραπάνω ερευνητικής εργασίας (η οποία είναι σε εξέλιξη) δημοσιεύθηκαν στο [J1] και [C2].

2-2-6 Καινοτόμο αυτόνομο ρομποτικό σύστημα στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας σε υγειονομικούς χώρους [2019 – 2022]

Σε αυτήν την ερευνητική εργασία (η οποία είναι σε εξέλιξη) ο Παναγιώτης Βαρθολομαίος μελέτησε την αρχιτεκτονική καινοτόμου αυτόνομου ρομποτικού συστήματος στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας σε υγειονομικούς χώρους, τις λειτουργικές προδιαγραφές και τα κύρια υποσυστήματα που το αποτελούν. Το σύστημα αυτό στοχεύει στη αυτοματοποίηση της διακίνησης αγαθών και φορητών διαγνωστικών συστημάτων με ασφαλή τρόπο, παρουσία ανθρώπων, σε υγειονομικούς χώρους όπως νοσοκομεία, κλινικές και κέντρα υγείας. Πραγματοποιήθηκε η 3D προσομοίωση ρομποτικού στόλου μέσα στο περιβάλλον του νοσοκομείου (χρησιμοποιώντας τα λογισμικά Gazebo σε συνδυασμό με περιβάλλον ROS). Η 3D προσομοίωση θα αποτελέσει εργαλείο αριθμητικής προσομοίωσης για το σχεδιασμό συστήματος διαχείρισης στόλου (fleet management system).

2-3 Επιστημονικές Εργασίες

Θα μπορούσε να σημειωθεί εδώ ότι οι εργασίες Περιοδικών και Συνεδρίων με κρίση έχουν υποβληθεί σε Διεθνή Συνέδρια και Περιοδικά με πολύ υψηλά ποσοτικά κριτήρια. Για παράδειγμα, τα περιοδικά της IEEE και της ASME έχουν ποσοστό επιτυχίας 25-30%, ενώ τα συνέδρια της IEEE ποσοστό επιτυχίας 40-50%.

Μονογραφίες	2
Κεφάλαιο Βιβλίου	1
Επιστημονικές Εργασίες σε Διεθνή Περιοδικά με Κρίση	10
Επιστημονικές Εργασίες σε Διεθνή Συνέδρια με Κρίση	24
Επιστημονικές Εργασίες σε Διεθνή Συνέδρια με Κρίση Περίληψης.....	1
Επιστημονικές Εργασίες σε Πανελλήνια Συνέδρια με Κρίση	1
Τεχνικές Εκθέσεις.....	1
Παρουσιάσεις-Συνεντεύξεις-Άρθρα σε Ημερήσιο & Τεχνικό Τύπο	3

Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά οι δημοσιεύσεις ανά κατηγορία:

Κεφάλαιο βιβλίου:

Vartholomeos P., Fruchard M., Ferreira A., and Mavroidis C., "MRI-Guided Nanorobotic Systems for Drug Delivery", *Nanomedicine and Nanorobotics*, Taylor & Francis, Vol. 7, 2009.

Επιστημονικές Εργασίες σε Διεθνή Περιοδικά με Κρίση:

- [J1]Karamousadakis, Michalis; Porichis, Antonis; Ottikkutti, Suranjan; Chen, DeJiu; **Vartholomeos, Panagiotis**. 2021. "A Sensor-Based Decision Support System for Transfemoral Socket Rectification" *Sensors* 21, no. 11: 3743. <https://doi.org/10.3390/s21113743>
- [J2]**P. Vartholomeos**, P. Marantos, G. Karras, E. Menendez, M. Rodriguez, S. Martinez, and C. Balaguer, "Modeling, Gait Sequence Design, and Control Architecture of BADGER Underground Robot," *IEEE Robotics and Automation Letters*, ACCEPTED JANUARY, 2021, (in press).
- [J3]A. Zlatintsi, A. C. Dometios, N. Kardaris, I. Rodomagoulakis, P. Koutras, X. Papageorgiou, P. Maragos, C. S. Tzafestas, **P. Vartholomeos**, K. Hauer, C. Werner, R. Annicchiarico, M. G. Lombardi, F. Adriano, T. Asfour, A. M. Sabatini, C. Laschi, M. Cianchetti, A. Guler, I. Kokkinos, B. Klein, and R. Lopez, "I-SUPPORT: a Robotic Platform of an Assistive Bathing Robot for the Elderly Population", *Journal: Robotics and Autonomous Systems*, Accepted January 2020.
- [J4]**P. Vartholomeos**, N. Ramdani, C. Christophorou, D. Georgiadis, T. Guilcher, M. Blouin, M. Rebiai, A. S. Panayides, C. Pattichis, M. Sarafidis, "ENDORSE Concept: An Integrated Indoor Mobile Robotic System for Medical Diagnostic Support", *International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare*, V(8:3), July- September 2019.
- [J5]F. Taylor, A. Hamed, **P. Vartholomeos**, K. Masamune, G. Tang, H. Ren, and Z. T. H. Tse, "Intra-operative MRI-conditional mechatronics for therapy and diagnosis", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 2014.
- [J6]**P. Vartholomeos**, C. Bergeles, L. Qin, P. E. and Dupont, "An MRI-powered and Controlled Actuator Technology for Tetherless Robotic Interventions", *Int. J. Robotics Research*, vol. 32, no. 13, pp. 1536-1552, 2013.

- [J7] **P. Vartholomeos**, Vlachos, K., and Papadopoulos, E., "Analysis and Motion Control of a Centrifugal-Force Microrobotic Platform" accepted for publication, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, January 2013.
- [J8] **P. Vartholomeos**, Mavroidis C. "In Silico Studies of Magnetic Microparticle Aggregations in Fluid Environments for MRI-Guided Drug Delivery", *IEEE Trans Biomed Eng.* 2012 Nov; 59(11):3028-38. View in: PubMed
- [J9] **P. Vartholomeos**, Matthieu Fruchard, Antoine Ferreira and Constantinos Mavroidis, "MRI-guided robotic nanocapsules: a review study", *Annual Reviews of Biomedical Engineering*, Vol. 13: 157-184, August 2011.
- [J10] **P. Vartholomeos** and E. Papadopoulos, "Analysis and Experiments on the Force Capabilities of Centripetal-force Actuated Microrobotic Platforms," *IEEE Transactions on Robotics*, Vol. 24, No. 3, June 2008, pp. 588-599.
- [J11] **P. Vartholomeos** and E. Papadopoulos, "Dynamics, Design and Simulation of a Novel Microrobotic Platform Employing Vibration Micro-actuators," *ASME Journal of Dynamic Systems, Measurement and Control*, Vol. 128, No. 1, March 2006, pp.122-133.

Επιστημονικές Εργασίες σε Διεθνή Συνέδρια με Κρίση:

- [C1] Plagianakos T, Margelis N, Leventakis N, Bolanakis G, **Vartholomeos P**, and Papadopoulos E, 2020. Piezoelectric energy harvesting from a composite cantilever beam under sinusoidal excitation: Modeling and experimental verification. *IEEE Sensors 2020 Conference, Rotterdam, NL*.
- [C2] N. Chairopoulos, **P. Vartholomeos**, E. Papadopoulos, "Modeling, Simulation and Experimental Validation of a Tendon-driven Soft-arm Robot Configuration - A Continuum Mechanics Method", *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019), Macau, China, NOVEMBER 4 - 8, 2019*.
- [C3] **P. Vartholomeos**, C. Papadopoulos, P. Marantos, G. Karras, I. Kostavelis, D. Giakoumis, B. Lanterchi, and D. Tzovaras, "A Web-based HRI Interface for Teleoperation of Overground and Underground Robots", [5th IEEE Smart World Congress](#), Leicester, UK, Aug 2019
- [C4] A.C. Dometios, X. S. Papageorgiou, C. S. Tzafestas, and **P. Vartholomeos**, "Towards ICT-Supported Bath Robots: Control Architecture Description and Localized Perception of User for Robot Motion Planning", *Proc. of the 24th Mediterranean Conference on Control and Automation*, MED 2016, June 2016, Athens, Greece.
- [C5] **P. Vartholomeos**, N. Katevas, A. Papadakis and L. Sarakis, "Design of Motion-tracking Device for Intuitive and Safe Human-robot Physical Interaction", *IEEE International Conference on Telecommunications & Multimedia (TEMU 2016)*, Heraklion, Crete, Greece, 25-27 July, 2016
- [C6] **P. Vartholomeos**, S. Rizou, T. Tagaris, C. Barelle, J. Montesa, H. Tsirbas, S., Pantelopoulou, E. Vellidou, "KINOPTIM System Architecture: Modules and service for fall prevention through tele-rehabilitation" *IEEE- CAMAD, 2014; Athens, Greece*.
- [C7] C. Bergeles, **P. Vartholomeos**, L. Qin, and P. E. Dupont, "Closed-loop commutation control of a MRI-powered robot actuator," in *IEEE International Conference in Robotics and Automation (ICRA 13)*, 2013. **NOMINATED FOR BEST MEDICAL PAPER AWARD**
- [C8] **P. Vartholomeos**, C. Bergeles, L. Qin, and P. E. Dupont, "Closed-loop position control of an MRI-powered biopsy robot," in *Hamlyn Symposium in Medical Robotics, 2012, pp. July 1-3, 2012*.

- [C9] **P. Vartholomeos**, R. Akhavan-Sharif, P. E. Dupont, "Motion planning for multiple millimeter-scale magnetic capsules in a fluid environment", *IEEE Int. Conf. Robotics and Automation (ICRA 12)*, pp. 1927-1932, 2012.
- [C10] Lei Qin, **Panagiotis Vartholomeos**, and P. E. Dupont, "A Closed-loop MRI-powered Actuator for Robotic Interventions", *Annual Conference of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine (ISMRM12)*, 2012, Melbourne, Australia. **ISMRM MERIT AWARD SUMMA CUM LAUDE**
- [C11] **P. Vartholomeos**, Lei Qin, P. E. Dupont, "MRI-powered actuators for Robotic Interventions," *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2011)*, September 2011, San Francisco, CA, USA. **NOMINATED FOR BEST PAPER AWARD**
- [C12] C. Bergeles, L. Qin, **P. Vartholomeos**, P. E. Dupont, "Tracking and position control of an MRI-powered needle-insertion robot", *IEEE Engineering in Medicine and Biology Conf.*, pp. 928-931, 2012.
- [C13] **P. Vartholomeos**, C. Mavroidis, "Simulation Platform for Self-assembly Structures in MRI-based Nanorobotic Drug Delivery System", *IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 10)*, 3-8 May 2010, Anchorage, Alaska, USA.
- [C14] **P. Vartholomeos**, C. Mavroidis, Nobuhiko Hata, "Magnetic Targeting of Aggregated Nanoparticles for Advanced Lung Therapies: A Robotics Approach", *IEEE BioROB 2010 conference*, September 2010, Tokyo, Japan.
- [C15] **P. Vartholomeos**, C. Mavroidis, Nobuhiko Hata, "MRI-Guided Drug Delivery for Lung Diseases", *8th International MRI Symposium*, September 2010, Leipzig, Germany.
- [C16] **P. Vartholomeos**, K. Mougias, E. Papadopoulos, "Driving Principles and Hardware Integration of Microrobots Employing Vibration Micromotors," *Proc. IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics Systems (AIM'07)*, Sep. 4-7, 2007, ETH Zurich, Switzerland. **NOMINATED FOR BEST STUDENT PAPER AWARD**
- [C17] K. Vlachos, **P. Vartholomeos**, and E. Papadopoulos, "A Haptic Tele-Manipulation Environment for a Vibration-Driven Micromechatronic Device," *Proc. IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics Systems (AIM'07)*, Sep. 4-7, 2007, ETH Zurich, Switzerland.
- [C18] **P. Vartholomeos**, K. Vlachos, and E. Papadopoulos, "On the Force Capabilities of Centripetal Force-actuated Microrobotic Platforms," *Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA'07)*, April 10-14, 2007, Roma, Italy.
- [C19] **P. Vartholomeos**, S. Loizou, E. Papadopoulos and K. Kyriakopoulos, "Control of the Multi Agent Micro-Robotic Platform MiCRoN," *IEEE Conference on Control Applications (CCA 06)*, Munich, Germany, October 4-6, 2006.
- [C20] **P. Vartholomeos** and E. Papadopoulos, "Analysis, Design and Control of a Planar Micro-robot Driven by Two Centripetal-Force Actuators," *IEEE International Conference of Robotics & Automation (ICRA 06)*, Florida, USA, May 15-19, 2006.
- [C21] **P. Vartholomeos** and E. Papadopoulos, "Dynamic Analysis and Speed Control of a Novel Micro-platform Driven by Vibrating Motors," *Proc. IASTED International Conference on Robotics and Applications (RA'05)*, Oct. 31-Nov. 2, 2005, Cambridge, USA.
- [C22] **P. Vartholomeos** and E. Papadopoulos, "Analysis and Design of a Novel Mini-platform Employing Vibration Micro-motors," *IEEE International Conference of*

Robotics & Automation (ICRA 05), Barcelona, Spain, April 18-22, 2005.

- [C23] Π. Βαρθολομαίος και Ε. Παπαδόπουλος, "Μοντελοποίηση και Έλεγχος Μικρορομποτικής Πλατφόρμας με Φυγοκεντρικούς Επενεργητές", Πανελλήνιο Συνέδριο Ρομποτικής, 23-24 Φεβρουαρίου, 2009, Αθήνα, Ελλάδα.
- [C24] K. Vlachos, P. Vartholomeos, and E. Papadopoulos, "Evaluation of a Haptic Macro-Micro Tele-Manipulation System," *Proc. 4th INTUITION International Conference and Workshop*, October 4-5, 2007, Athens, Greece

Επιστημονικές Εργασίες σε Workshops σε Διεθνή Συνέδρια με Κρίση:

- [C1] X.S. Papageorgiou, C. S. Tzafestas, P. Vartholomeos, C. Laschi, and R. Lopez, "ICT-Supported Bath Robots: Design Concepts", Workshop of the 2015 7th International Conference on Social Robotics, "Improving the quality of life in the elderly using robotic assistive technology: benefits, limitations, and challenges", Oct. 2015, Paris, France.
- [C2] Panagiotis Vartholomeos "I-SUPPORT: ICT Supported Bath Robot", Workshop on Cognitive Mobility Assistance Robots, *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, (IROS 2015)*, October, 2015, Hamburg, Germany.

Τεχνικές Εκθέσεις:

- [T1] E. Papadopoulos, P. Vartholomeos, et. al, "Executive summary: Identification and Assessment of Existing Terrestrial Micro-systems and Micro-technologies for Space Robotics", for European Space Agency (ESA) project (22110/08/NL/RA), Public document.

Παρουσιάσεις-Συνεντεύξεις-Άρθρα σε Ημερήσιο & Τεχνικό Τύπο:

- [1] Νταβλιάκος, Π. Χατζάκος, Π. Βαρθολομαίος, Ε. Παπαδόπουλος, "Τεχνολογίες επενεργητών για αυτοματισμούς", *Plant Management*, Τεύχος 195, Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2006, σ. 64-69.
- [2] Γ. Ρεκλείτης, Π. Βαρθολομαίος, Ι. Νταβλιάκος, Π. Χατζάκος, Ε. Παπαδόπουλος, "Ρομποτικά συστήματα στην παραγωγή", *Plant Management*, Τεύχος 195, Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2006, σ. 70-75.
- [3] Π. Βαρθολομαίος, Ε. Παπαδόπουλος, "Κινούμενη μικρορομποτική πλατφόρμα" *Ελληνικές Ημέρες Έρευνας και Τεχνολογίας-Ευρωπαϊκής Συνεργασίας*, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Ιούνιος 22-23, 2006, Αθήνα.

2-4 Διεθνής Αναγνώριση Επιστημονικού Έργου

Αναδρομές στο ISI Science Citation Index, στο SCOPUS και στο Google Scholar καθώς και στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί κατά την ανάγνωση δημοσιεύσεων καταδεικνύουν περισσότερες από **400 ετεροαναφορές στο επιστημονικό έργο (590 έτερο και αυτό-αναφορές)**. Το Google Scholar υπολογίζει το δείκτη αξιολόγησης επιστημονικού έργου **h-index** ίσο με **13**.

2-5 Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα¹

¹ Η συμμετοχή τεκμηριώνεται με αντίστοιχες συμβάσεις έργου και επιστημονικές δημοσιεύσεις στις οποίες αναφέρεται η αναγνώριση της πηγής χρηματοδότησης.

Σήμερα - 01/03/2019	SocketSense, H2020-ICT-2018-2. Ερευνητικό έργο βιοϊατρικής τεχνολογίας στο τομέα της προηγμένης προσθετικής κάτω άκρων. Τεχνικός Υπεύθυνος κοινοπραξίας.
Σήμερα - 01/01/2017	BADGER, ICT-25, Horizon2020, Grant Agreement No: 731968. Ερευνητικό έργο ρομποτικής τεχνολογίας στον τομέα των κατασκευών. Επιστημονικός Υπεύθυνος.
28/02/2018 - 1/03/2015	I-SUPPORT, PHC-19, Horizon2020, Grant Agreement No: 643666. Ερευνητικό έργο ρομποτικής τεχνολογίας. Επιστημονικός Υπεύθυνος.
2014 - 2015	KINOPTIM Marie Curie FP7-PEOPLE-2012-IAPP Grant Agreement No: 324491. Marie Curie Research Fellow.
2013 - 2010	Bio-Inspired robotics for medical applications, Wyss Institute for bio-inspired engineering at Harvard. Μεταδιδακτορικός Ερευνητής (Senior Researcher). Επιβλέπων: Prof. Pierre Dupont.
2013 - 2010	MRI Powered Robots for Image Guided Interventional Applications, National Institute of Health (NIH), R01-HL073647. Μεταδιδακτορικός Ερευνητής. Επιβλέπων: Prof. Pierre Dupont.
2010 - 2008	FP7 ICT -2007-2, project, Grant Agreement: 224594, "Nano-Actuators and Nano-Sensors for Medical Applications" (NANOMA). Έμπειρος Ερευνητής (Senior Researcher). Επιβλέπων: Prof. Antoine Ferreira.
2009 - 2008	European Space Agency (ESA) project, contract number: 22110/08/NL/RA, "Identification and Assessment of Existing Terrestrial Micro-systems and Micro-technologies for Space-Robotics", Έμπειρος Ερευνητής (Senior researcher). Επιβλέπων: Καθηγητής Ε. Παπαδόπουλος.
2007 - 2003	ΕΠΕΑΕΚ II, ΗΡΑΚΛΕΙΤΟΣ, "Μοντελοποίηση και Έλεγχος Μικρορομποτικών Συστημάτων", Ερευνητής. Επιβλέπων: Καθηγητής Ε. Παπαδόπουλος
2005 - 2003	IST-2001-33567, FET project, "Miniaturized Co-operated Robots advancing towards the Nano-range" (MiCRoN), Ερευνητής. Επιβλέπων: Καθηγητής Κ. Κυριακόπουλος.
