

# Ρομποτική τεχνολογία και αυτοματισμός στην προστασία και αξιοποίηση του δασικού πλούτου

**Ν. Ασπράγκαθος**, Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών  
Ομάδα Ρομποτικής  
Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται οι εξελίξεις και οι προοπτικές στην ρομποτική τεχνολογία και τον αυτοματισμό σε δασικές εφαρμογές που αφορούν στην προστασία, την διαχείριση, την αναδάσωση και την αξιοποίηση του δασικού πλούτου.

Αναφέρονται τα χαρακτηριστικά των μικρών ιπτάμενων ρομπότ και του εξοπλισμού τους με αισθητήρες κυρίως όρασης για την συνεχή επιτήρηση-επιθεώρηση των δασών ώστε να γίνει έγκαιρη αναγνώριση της εμφάνισης πυρκαγιάς ή ασθένειας και να προληφθεί η καταστροφή του δάσους. Επίσης γίνεται μια βασική ποιοτική σύγκριση με άλλες πρακτικές επιτήρησης τους δάσους με σκοπό την πρόληψη καταστροφικών φαινομένων. Παρουσιάζονται επιλεγμένες ερευνητικές εργασίες και πρακτικές εφαρμογές ιπτάμενων ρομπότ και αυτόνομων συστημάτων για την επιτήρηση του δάσους.

Παρουσιάζεται σε συντομία η εξέλιξη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για την δασοκομία και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα ερευνητικά έργα με σκοπό την ανάπτυξη ρομποτικών οχημάτων για την δενδροφύτευση, την αραίωση, την υλοτομία και την μεταφορά των προϊόντων της υλοτομίας.

Συμπεριλαμβάνεται μια σύντομη αναφορά στις ακολουθούμενες πολιτικές για την δασική περιουσία και παρουσιάζονται οι αναγκαίες συνθήκες για μια άλλη πολιτική που θα έχει στόχο το κοινωνικό όφελος και όχι το επιχειρηματικό κέρδος.

## Εισαγωγή

Τα δάση έχουν αναντικατάστατη συμβολή στην διατήρηση και βελτίωση του κλίματος και της καθαρότητας της ατμόσφαιρας, της βιοποικιλότητας, και του εδάφους καθώς και στην προστασία από φυσικές καταστροφές όπως οι πλημύρες. Τα δάση συμβάλουν στην οικολογική ισορροπία, και την αναπλήρωση του νερού στις υπόγειες φυσικές δεξαμενές. Επίσης μπορούν να αξιοποιηθούν στην κάλυψη αναγκών για ξυλεία και την αναψυχή (τουρισμός), που μπορούν να διαμορφώσουν συνθήκες αναζωογόνησης των ορεινών περιοχών. Επόμενα η διαχείριση του δάσους δεν είναι απλά ένα μέρος της πρωτογενούς παραγωγής, αλλά ένας από τους βασικούς παράγοντες για την διατήρηση και βελτίωση της ποιότητας ζωής του λαού, αφού παίζουν σημαντικό ρόλο στην περιβαλλοντική ισορροπία και την ανατροπή της κλιματικής αλλαγής.

Όμως τα δάση κινδυνεύουν από ασθένειες και πυρκαγιές. Είναι γνωστό ότι οι τελευταίες οφείλονται κυρίως στην ανθρώπινη παρέμβαση, που σκοπεύει στο κέρδος και λιγότερο σε φυσικά αίτια. Η μεταβολή του κλίματος, που προκαλείται και από την απώλεια δασικών εκτάσεων μπορεί να ευνοήσει ασθένειες δασικών δένδρων ενώ η μεταβολή του κλίματος με επακόλουθο την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει τους κινδύνους εκδήλωσης πυρκαγιών, οπότε η ελλιπής προστασία των δασών προκαλεί ένα φαύλο κύκλο συσσωρευτικής καταστροφής του δάσους. Στη χώρα μας έχουμε ένα βαρύ ιστορικό καταστροφικών δασικών πυρκαγιών με συνέπεια την απώλεια τεράστιου αριθμού δένδρων σε πολύ μεγάλες εκτάσεις, που με την ακολουθούμενη πολιτική γίνονται βορά οργανωμένων συμφερόντων

καταπατητών ή δεν προβλέπονται τα κονδύλια και δεν υπάρχει κατάλληλος μηχανισμός για την αναδάσωση.

Είναι αλήθεια ότι η πυρκαγιές, που προκαλούνται από φυσικά αίτια συμβάλουν στην ανανέωση του δάσους, όμως αν η συχνότητα τους και η έκταση τους είναι μεγάλη τότε διαταράσσεται ο φυσικός κύκλος και έχουμε απώλεια σημαντικών φυτικών ειδών και αποσύνθεση του οικοσυστήματος, που αν συνδυαστούν με τις συνήθεις αντί-δασικές πολιτικές τότε οι συνέπειες για το φυσικό περιβάλλον και το κλίμα είναι καταστροφικές και πολλές φορές μη αναστρέψιμες.

Συνέπεια της εφαρμοζόμενης πολιτικής για την προστασία και διεύρυνση των δασικών εκτάσεων είναι και η σχεδόν μηδαμινή χρηματοδότηση της έρευνας στην αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών για την δασική προστασία. Η εργασία αυτή εκτός των άλλων φιλοδοξεί να συμβάλει στην επιβεβαίωση της αναγκαιότητας για την έρευνα και ανάπτυξη αυτόνομων συστημάτων επιτήρησης και προστασίας των δασών.

### **Μεθοδολογία**

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις όσον αφορά στον αυτοματισμό και στην ρομποτική για δασικές εφαρμογές. Γίνεται μια προσπάθεια να εκτιμηθούν οι δυνατότητες εφαρμογής αυτών των τεχνολογιών στον ελληνικό δασικό χώρο. Οι άγριες δασικές εκτάσεις χρειάζονται προστασία κυρίως από τις πυρκαγιές αλλά και από τις ασθένειες και μάλιστα είναι πολύ σημαντικό να εξασφαλίζεται η πρόληψη και των δύο αντί της κατασταλτικής δράσης. Επίσης το άγριο δάσος χρειάζεται την συστηματική επιστημονική παρέμβαση για την ανανέωσή του. Πέραν των άγριων δασών έχουμε και τις καλλιεργούμενες δασικές εκτάσεις, που αποτελούν ένα μέρος της πρωτογενούς παραγωγής. Επόμενα η εργασία αυτή περιορίζεται στην δασοκομία μέχρι και την υλοτόμηση αλλά κυρίως επικεντρώνεται στην προστασία του άγριου δάσους.

Οι εν λόγω τεχνολογικές εφαρμογές χωρίζονται σε αυτές, που αφορούν στη δασοκομία και αυτές που αφορούν στην προστασία του δάσους από καταστροφές είτε φυσικές είτε από ανθρώπινη παρέμβαση. Σε κάθε μια από τις δύο κατηγορίες θα παρουσιαστούν εφαρμογές αυτοματοποίησης και ρομποτικής, που βρίσκονται σε εφαρμογή σε άλλες χώρες και στην Ελλάδα όπως επίσης και αυτές που βρίσκονται σε ερευνητικό και αναπτυξιακό στάδιο.

Η προστασία των δασών από ασθένειες περιλαμβάνει την έγκαιρη ανίχνευση της εμφάνισης ασθενειών αλλά και δασοκομικά μέτρα αποβλέπουν στη διατήρηση της φυτοϋγείας και της ζωτικότητας των δένδρων, όπως οι εξυγιαντικές και αποψιλωτικές υλοτομίες, κλαδεύσεις δασοκομικές παρεμβάσεις, που ευνοούν δασοπονικά είδη ανθεκτικά σε ασθένειες και έντομα.

Η ανίχνευση των ασθενειών παρουσιάζεται στην ενότητα της προστασίας ενώ οι δασοκομικές παρεμβάσεις μπορούν να εκτελεστούν και με ρομπότ που χρησιμοποιούνται για την αναδάσωση και την υλοτομία.

Γίνεται μια σύντομη αναφορά στις δασικές πολιτικές που εφαρμόζονται στην Ελλάδα και τους περιορισμούς, που θέτει η καπιταλιστική οργάνωση της οικονομίας και κοινωνίας ευρύτερα, ώστε να μην μπορεί να αξιοποιηθεί το δάσος με στόχο την εξυπηρέτηση των λαϊκών αναγκών. Προτείνονται άμεσα μέτρα για την προστασία του δάσους σε μια κατεύθυνση ανατροπής της καπιταλιστικής λογικής της εκμετάλλευσης του δάσους, ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν τα τεχνολογικά επιτεύγματα του μυαλού και του χεριού σε όφελος αυτών, που παράγουν τον κοινωνικό πλούτο.

### *Προστασία των δασών*

Τα βασικά σημεία, που επικεντρώνεται η ενότητα αυτή αφορούν κυρίως στην προστασία από πυρκαγιές και ασθένειες με την συνεχή επιθεώρηση των δασικών εκτάσεων από ιπτάμενα (εναέρια) ρομπότ για την ανίχνευση εστιών πυρκαγιάς και ασθενειών στο αρχικό τους στάδιο.

Η ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί στην προστασία του περιβάλλοντος γιατί δίνει τη δυνατότητα της συγκέντρωσης μεγάλου όγκου δεδομένων και ειδικά σε περιπτώσεις, που αυτή είναι αδύνατο ή πολύ επικίνδυνο να πραγματοποιηθεί με συμβατικούς τρόπους, που βασίζονται σε επιτήρηση με επανδρωμένα μέσα ή πεζή. Γενικά έχει δειχθεί ότι συγκέντρωση μεγάλου όγκου δεδομένων μπορεί να γίνει με χρήση επανδρωμένων ιπτάμενων και επίγειων ή αυτόνομων ιπτάμενων ρομπότ εφοδιασμένων με κατάλληλους αισθητήρες στη θάλασσα, το έδαφος και στον αέρα αντίστοιχα. Με εναέρια αυτόνομα ρομποτικά συστήματα μπορεί να πετύχουμε συνεχή επιθεώρηση των δασικών και αγροτικών εκτάσεων.

Όπως γνωρίζουμε όλοι και προκύπτει από σχετικές εργασίες οι κίνδυνοι πυρκαγιάς στη χώρα μας είναι μεγάλοι και έχουμε ιστορικών πολλών και καταστροφικών πυρκαγιών. Στην Ελλάδα μεταξύ του 1983 και 2008, κατά μέσο όρο είχαμε 1465 πυρκαγιές καίγοντας 52400 εκτάρια δάσους και καλλιεργήσιμης γης (Tsagkarí κ.α., 2011). Οι ίδιοι σημειώνουν ότι κατά ίδια περίοδο καήκαν εκτάσεις, που αντιστοιχούν στο 10,3% της συνολικής έκτασης της χώρας εκ των οποίων το 78.8% ήταν δασικές εκτάσεις. Σε 70 περιπτώσεις δασικών πυρκαγιών οι καμένες εκτάσεις υπερέβησαν τα 2000 εκτάρια.

Μελέτη (Impact Study for Climate Change Greek Commission, 2011) εκτιμά ότι εξαιτίας των πυρκαγιών, που προκαλούν κλιματική αλλαγή στην Ελλάδα, η βροχόπτωση σε μερικές περιοχές θα μειωθεί κατά 10% ενώ η ταχύτητα των ανέμων το καλοκαίρι μπορεί να αυξηθεί κατά 10%. Επίσης εκτιμάται ότι το έτος 2100, η μέση ετήσια αύξηση της θερμοκρασίας στη Μεσσηνία θα είναι 3-4 βαθμούς Κελσίου (Kalabokidis κ.α., 2015).

Η αλλαγή του κλίματος και ειδικά η αύξηση της θερμοκρασίας διαμορφώνουν συνθήκες πρόκλησης ή και εξάπλωσης ασθενειών στα δένδρα των δασών. Επίσης οι αλλαγές στις καιρικές συνθήκες μπορούν να διευκολύνουν την επέκταση άλλων ειδών πολλές φορές παρασιτικών, που μπορεί να απειλήσουν τα βασικά είδη δένδρων ενός δάσους. Όπως αναφέρουν οι Τσόπελας και Καρανικόλα (2012) «Αλλαγές αναμένονται στον τρόπο επίδρασης των επιβλαβών αυτών οργανισμών, που σχετίζονται άμεσα με τις υψηλότερες θερμοκρασίες, τη συχνότερη εμφάνιση ξηροθερμικών περιόδων και τις υψηλότερες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα.»

Οι ασθένειες αλλάζουν την εξωτερική εμφάνιση των δένδρων με την αλλαγή του χρώματος των φύλλων, όπως επίσης μπορεί να μεταβληθεί τοπικά και η θερμοκρασία. Η παρακολούθηση της υγείας των δασικών δένδρων απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό, το οποίο θα σαρώνει το δάσος σε τακτά χρονικά διαστήματα. Η επίγεια σάρωση παρουσιάζει δυσκολίες που οφείλονται τόσο στο δύσβατο των δασικών εκτάσεων και όσο και στο υψηλό κόστος. Η χρήση ιπτάμενων επανδρωμένων μέσων εφοδιασμένων με κάμερες για την επιτήρηση-επιθεώρηση των δασών μπορεί να αποτελεί μία λύση, όμως το κόστος προμήθειας αλλά και λειτουργίας των αεροσκαφών είναι πάρα πολύ μεγάλο.

Τα ιπτάμενα ρομπότ (drones) παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα για την επιθεώρηση των δασών. Μπορούν να απογειώνονται και προσγειώνονται κατακόρυφα, να πετούν σε χαμηλό ύψος και να κινούνται είτε με τηλεχειρισμό είτε αυτόνομα με κατάλληλο λογισμικό σχεδιασμού κίνησης και πλοήγησης. Ένας χειριστής από το έδαφος μπορεί να επιβλέπει και να συντονίζει περισσότερα από ένα ιπτάμενα ρομπότ. Η τεχνολογία τους βελτιώνεται διαρκώς, μειώνεται το ίδιο βάρος και αυξάνεται το ωφέλιμο φορτίο, ενώ αυξάνεται η ενεργειακή τους αυτονομία (διάρκεια πτήσης πριν την επαναφόρτιση των μπαταριών) και το πιο σημαντικό μειώνεται συνεχώς το κόστος. Η τεχνολογία των συνήθων καμερών, όπως επίσης και των θερμικών βελτιώνεται και μειώνεται το κόστος τους και το βάρος τους, οπότε πολύ πιο εύκολα μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ιπτάμενα ρομπότ για την επιθεώρηση των δασών ώστε να ανιχνευτεί εν τη γενέσει η εμφάνιση ασθένειας ή πυρκαγιάς.



**Σχήμα 1.** Ιπτάμενο ρομπότ με σταθερά πτερύγια.



**Σχήμα 2.** Ιπτάμενο ρομπότ με στρεφόμενα πτερύγια.

Η ασύρματη τηλεπικοινωνία έχει βελτιωθεί πάρα πολύ επομένως είναι εύκολο και έχει χαμηλό κόστος η μεταβίβαση δεδομένων και η επικοινωνία των ιπτάμενων ρομπότ με το σταθμό ελέγχου. Τα ιπτάμενα μικρά ρομπότ διακρίνονται σε σταθερών (Σχήμα 1) και πολλαπλών περιστρεφόμενων πτερυγίων (Σχήμα 2). Τα πρώτα χρειάζονται έναν μικρό «αεροδιάδρομο» για την προσγείωση και απογείωση, που μπορεί να είναι ένας επίπεδος χώρος χωρίς δένδρα (ξέφωτο) μικρής σχετικά έκτασης μέσα στο δάσος ενώ τα δεύτερα μπορούν να προσγειωθούν και απογειωθούν κατακόρυφα. Όμως τα πρώτα έχουν μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία από τα δεύτερα και επόμενα μπορούν να καλύψουν την επιτήρηση μεγαλύτερων εκτάσεων (τυπικά διαδρομή 15-20 χλμ., όμως έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις 100 χλ. σε εφαρμογές επιτήρησης δάσους). Και οι δύο τύποι μπορούν να ακολουθούν την επιθυμητή διαδρομή είτε με τηλεχειρισμό είτε με προγραμματισμό της διαδρομής χρησιμοποιώντας αλγόριθμους σχεδιασμού κίνησης για την βέλτιστη κάλυψη δεδομένης

έκτασης είτε και με τους δύο τρόπους. Επίσης η επιτήρηση του δάσους μπορεί να γίνει σε συνδυασμό ιπτάμενων ρομπότ με στατικές κάμερες (Σχήμα 3) τοποθετημένες σε στήλες ώστε να βρίσκονται πάνω από την κορυφή των δένδρων.



**Σχήμα 3.** Κάμερα υπεράνω των κορυφών των δένδρων.

Επειδή το κόστος τους είναι χαμηλό μπορούν να συντονιστούν πολλαπλά εναέρια ρομπότ για να καλύψουν μια μεγάλη έκταση και να επιτευχθεί μικρός χρόνος απόκρισης. Οι αλγόριθμοι προσδιορισμού των συντεταγμένων και πλοήγησης των ιπτάμενων ρομπότ σε αδόμητα περιβάλλοντα, που έχουν αναπτυχθεί, μπορούν να προσαρμοσθούν στην επιτήρηση του δάσους με πολλαπλά ιπτάμενα ρομπότ. Χρειάζονται επίσης γνωστοί αλγόριθμοι για την βέλτιστη ανάθεση καθηκόντων σε κάθε ιπτάμενο ρομπότ (Xidias and Aspragathos, 2008) ώστε να επιτύχουμε την βέλτιστη κάλυψη της δεδομένης έκτασης με στόχο την μείωση της απαιτούμενης ενέργειας και του χρόνου απόκρισης για την έγκαιρη επιβεβαίωση της έναρξης πυρκαγιάς, ώστε να κινητοποιηθούν οι δυνάμεις πυρόσβεσης στη σωστή διαδρομή και να αποφευχθεί η εξάπλωση της πυρκαγιάς.

**Πίνακας 1**

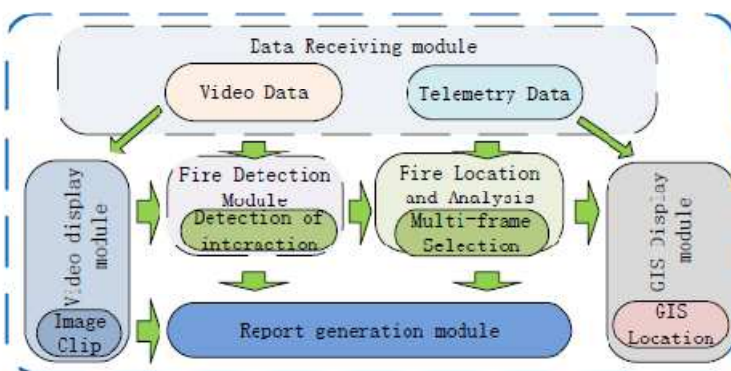
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πρόσβαση σε δύσβατες περιοχές</li> <li>• Εικόνες σχετικά υψηλής ευκρίνειας</li> <li>• Ανάλυση εικόνας σε πραγματικό χρόνο</li> <li>• Πτήση κάτω από τα σύννεφα</li> <li>• Δυνατότητα τρισδιάστατης αναπαράστασης</li> <li>• Σχετικά χαμηλό κόστος</li> <li>• Εύκολος χειρισμός και εκμάθηση χειρισμού</li> <li>• Αποκεντρωμένη συγκέντρωση και επεξεργασία δεδομένων σε τοπικό επίπεδο.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρό ωφέλιμο φορτίο</li> <li>• Σχετικά μικρή ενεργειακή αυτονομία</li> <li>• Ευαισθησία στη μεταβολή των καιρικών συνθηκών</li> <li>• Ασαφές νομικό καθεστώς και ανυπαρξία κανονισμών</li> <li>• Πιθανότητα πρόσκρουσης και βλάβης</li> </ul>

Τα μικρά ιπτάμενα ρομπότ πετούν σε χαμηλό ύψος (50-100 μ.) κάτω από τα σύννεφα, οπότε μπορούν να λαμβάνουν εικόνες του δάσους με υψηλή ευκρίνεια, δηλαδή εικονοστοιχεία της τάξης των μερικών εκατοστών. Η ευκρίνεια αυτή είναι πολύ υψηλότερη από τις εικόνες που λαμβάνονται μέσω δορυφόρου ή με επανδρωμένα ιπτάμενα μέσα. Η εξέλιξη των αλγορίθμων επεξεργασίας εικόνας δίνουν τη δυνατότητα της αναγνώρισης φωτιάς σε πραγματικό χρόνο και απόκριση σε περίπτωση εμφάνισης πυρκαγιάς σε χρόνο μικρότερο των 10 λεπτών. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ιπτάμενων ρομπότ στην προστασία των δασών.

Παρακάτω θα αναφερθούν ενδεικτικά δημοσιεύσεις με προτάσεις για την χρήση μικρών ιπτάμενων ρομπότ στην επιτήρηση και προστασία των δασών, που συνοδεύονται με πειραματικές δοκιμές των συστημάτων, που έχουν αναπτυχθεί. Επίσης θα αναφερθούν κάποια εγκατεστημένα συστήματα αυτόματης συνεχούς επιτήρησης δασών. Θα προηγηθεί η παρουσίαση ερευνητικών εργασιών, που σχετίζονται με την επιτήρηση για την ανίχνευση ασθενειών και θα ακολουθήσουν εργασίες, που στοχεύουν στην ανίχνευση πυρκαγιάς εν τη γενέσει και τη συνεχή παρακολούθηση και προσδιορισμό του μετώπου δασικών πυρκαγιών.

Έχει παρατηρηθεί ότι η επιδρομή εντόμων και η έναρξη ασθένειας μπορούν να διαταράξουν τις φυσιολογικές λειτουργίες του δένδρου (φωτοσύνθεση και αναπνοή), που μπορεί να προκαλέσει μικρή σχετικά αύξηση της θερμοκρασίας τοπικά στην κορυφή του προσβεβλημένου δένδρου, μικρότερη από ένα βαθμό Κελσίου. Μία ερευνητική ομάδα (Smigaj, κ.α., 2015) χρησιμοποίησε μικρά ιπτάμενα ρομπότ με σταθερά πτερύγια εφοδιασμένα με θερμικές κάμερες για να ανίχνευση την μεταβολής της θερμοκρασίας και έδειξε ότι αυτή σχετίζεται με την προσβολή των δένδρων. Έχει προταθεί και έχει δοκιμαστεί η χρήση ιπτάμενων ρομπότ για την επιθεώρηση τροπικών δασών με ευθύνη των τοπικών κοινοτήτων ώστε να έχουν εικόνα της κατάστασης του δάσους από πλευράς απώλειας, καταστροφής, ασθενειών, εξέλιξη αναδάσωσης κλπ (Paneque-Gálvez, 2014).

Τα ιπτάμενα ρομπότ μπορούν να αξιοποιηθούν για την ανίχνευση και εντοπισμό της θέσης και της εξέλιξης του μετώπου της πυρκαγιάς, όπως θα φανεί από τις εργασίες που παρουσιάζονται παρακάτω. Μια ερευνητική ομάδα στις ΗΠΑ αναπτύσσει μέθοδο για τον συντονισμό πολλαπλών ιπτάμενων μικρών ρομπότ εξοπλισμένων με κάμερες υπερύθρων για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση της εξέλιξης του μετώπου της δασικής πυρκαγιάς (Casbeer, κ.α., 2005). Όπως υποστηρίζουν με την χρήση πολλαπλών μικρών ιπτάμενων ρομπότ η αποδοτικότητα του συστήματος όσον αφορά στην έγκαιρη ειδοποίηση και την βοήθεια στις δυνάμεις πυρόσβεσης βελτιώνεται δραματικά. Έχει αναπτυχθεί λογισμικό (Zhang, κ.α., 2015), του οποίου η βασική δομή φαίνεται στο Σχήμα 4 για την επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο εικόνων που λαμβάνονται από ιπτάμενα ρομπότ για τον εντοπισμό της θέσης και του μετώπου της δασικής πυρκαγιάς με πολύ καλά αποτελέσματα στην υποβοήθηση των δυνάμεων πυρόσβεσης.



**Σχήμα 4** Δομή λογισμικού για τον εντοπισμό πυρκαγιάς (Zhang, κ.α., 2015).

Επίσης έχει αναπτυχθεί λογισμικό (Giusti, κ.α., 2015) για την αναγνώριση και ασφαλή κίνηση μικρού ιπτάμενου ρομπότ εξοπλισμένου με μονή κάμερα σε άγνωστα μονοπάτια δάσους. Το λογισμικό μπορεί να προσδιορίζει σε πραγματικό χρόνο την κατεύθυνση της κίνησης με ακρίβεια συγκρινόμενη με την ανθρώπινη αντίληψη. Στο Σχήμα 5 φαίνεται η κίνηση του ιπτάμενου ρομπότ σε άγνωστο μονοπάτι. Περισσότερα πάνω στην χρήση ιπτάμενων ρομπότ για την προστασία των δασών από πυρκαγιές αναφέρονται σε μια εμπειριστατωμένη επισκόπηση (Yuan, κ.α., 2015)της σχετικής βιβλιογραφίας.



**Σχήμα 5.** Κίνηση ιπτάμενου ρομπότ σε άγνωστο μονοπάτι (Giusti, κ.α., 2015).

Στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί ή είναι υπό ανάπτυξη πειραματικά συστήματα για την επιτήρηση του δάσους με σκοπό την πρόληψη πυρκαγιών. Το έργο SITHON (Konstantinidis and Tsiourlis), που άρχισε το 2003, συμπεριλαμβάνει ένα ασύρματο δίκτυο, που συγκεντρώνει πληροφορίες σε ένα σταθμό ελέγχου από σταθερές κάμερες και από αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε ένα μικρό επανδρωμένο αεροπλάνο για την ανίχνευση πυρκαγιών. Ο βασικός σκοπός του τρέχοντος ερευνητικού έργου FERMIS είναι η ανάπτυξη και επίδειξη ενός συστήματος για την έγκαιρη διάγνωση και πρόληψη της πυρκαγιάς με τη χρήση ιπτάμενων συστημάτων αισθητήρων συνδυασμένων με τεχνικές συνηγορημείων. Όμως στην Ελλάδα δεν έχει εκπονηθεί ένα γενικό σχέδιο για την ανάπτυξη της τεχνολογίας, που παρουσιάστηκε παραπάνω για την προστασία των δασών από φωτιά και ασθένειες.

#### *Αναδάσωση και υλοτομία*

Στο μέρος αυτό παρουσιάζονται εφαρμογές της ρομποτικής τεχνολογίας στην διεύρυνση του δασικού πλούτου και την αξιοποίηση του. Αναφέρονται εφαρμογές της ρομποτικής στην δασική καλλιέργεια και την ολοκληρωμένη αξιοποίηση των πρώτων υλών.

Η δασοκομία περιλαμβάνει την δενδροφύτευση, την αραιώση, και την υλοτομία. Θα δούμε ποιες τεχνολογίες εφαρμόζονται σε κάθε μια από αυτές τις δράσεις και ποιες είναι οι νέες τεχνολογίες μεγαλύτερης αυτοματοποίησης, που μπορούν να εφαρμοστούν στο μέλλον.

Η μηχανοποιημένη δασοκομία και ειδικά η υλοτομία άρχισε πολύ αργότερα από την χρήση μηχανών στις γεωργικές καλλιέργειες. Οι Hellström κ.α. (2008) παρουσίασαν την εξέλιξη της μηχανοποίησης και αυτοματοποίησης της δασοκομίας, επίσης αναλύουν παράγοντες, που επηρεάζουν την αυτοματοποίηση και τις αρχές λειτουργία των αυτομάτων μηχανών υλοτομίας καθώς και την δυνατότητα υλοποίησης και εφαρμογής τους στην υλοτομία. Όπως αναφέρουν τα πρώτα αλυσοπρίονα δοκιμάστηκαν στις ΗΠΑ και στη Σουηδία το 1916-17, αλλά ήταν τόσο βαριά που χρειαζόνταν δύο άτομα για το χειρισμό τους.

Μόλις το 1950 επιτεύχθηκε η βελτίωση του βάρους του αλυσοπρίονου, ώστε να μπορεί να το χειρίζεται μόνο ένας εργάτης. Από το 1920 έγιναν πολλές προσπάθειες για την κατασκευή ελκυστήρων ειδικά διαμορφωμένων για την υλοτόμηση, οι οποίοι από το 1925 εξοπλήστηκαν με βίντσι. Πολλά οχήματα ανακαλύφθηκαν στις ΗΠΑ και τη Σοβιετική Ένωση γύρω στο 1950 για την μηχανοποιημένη κοπή των δένδρων, τον καθαρισμό των κορμών από τα κλαδιά και εξαγωγή τους από την δασική έκταση. Τα μηχανήματα αυτά εξελίχθηκαν και γύρω στη δεκαετία του 90 εμφανίζονται ειδικά οχήματα για την υλοτόμηση και την μεταφορά των κορμών αποκλειστικά με μηχανικά μέσα αλλά τα οποία οδηγούνται από χειριστές. Σημαντική είναι η συμβολή των μηχανικών των Σκανδιναβικών χωρών, που σχεδιάζουν και κατασκευάζουν εξελιγμένα οχήματα για την υλοτομία, όπως φαίνονται στο Σχήμα 6. Σήμερα στις χώρες αυτές το 95% της δασοκομίας είναι πλήρως εκμηχανισμένη. Από τότε αρχίζουν προσπάθειες για την ανάπτυξη αυτόνομων ρομποτικών οχημάτων, που να μην χρειάζονται χειριστή, όπως το βαδίζον που φαίνεται στο Σχήμα7.



**Σχήμα 6.** Οχήματα για κοπή δένδρων και για μεταφορά κορμών (Halme, 1994)

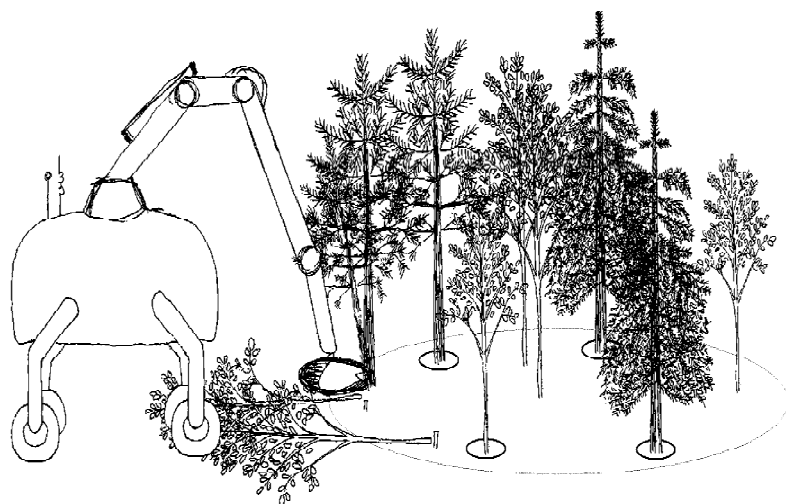
Η δασοκομία αποτελεί μια μεγάλη πρόκληση για την ρομποτική τεχνολογία επειδή τα δάση αποτελούν ένα αδόμητο περιβάλλον με πολλές αβεβαιότητες, είναι δύσβατα, το έδαφος παρουσιάζει μεγάλες και απότομες κλίσεις, και ο φυσικός φωτισμός είναι μεταβλητός και γενικά μικρής έντασης. Επίσης τα δένδρα που πρέπει να κοπούν έχουν μεγάλες διαστάσεις και πολύ μεγάλο βάρος. Άρα πρέπει να σχεδιασθούν οχήματα τροχήλατα ή βαδίζοντα μεγάλου ωφέλιμου φορτίου και όσο το δυνατό ελαφριάς κατασκευής, εξοπλισμένα με τα κατάλληλα κοπτικά μηχανήματα και γεραμούς με κατάλληλες αρπάγες.





**Σχήμα 7.** Αυτόνομο βαδίζον όχημα για κοπή κορμών δένδρων

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και το καλλιεργημένο δάσος με σκοπό την αξιοποίηση του ξύλου. Στον Καναδά αναπτύσσουν ένα ρομπότ ονόματι Jacob για την αναγνώριση παρασιτικών θάμνων και δενδροειδών με τη χρήση υπολογιστικής όρασης (Gougeon κα.). Σκοπός τους είναι να λειτουργεί μέρα-νύχτα και να μεταδίδει πληροφορίες για παρασιτικά φυτά και στο μέλλον να εξοπλιστεί με κατάλληλα εργαλεία για την αφαίρεση των παρασιτικών φυτών.



**Σχήμα 8.** Σχηματική αναπαράσταση ρομπότ για αραίωση δάσους (Vestlund).

Οι Vestlund κα. (2005) προτείνουν την κατασκευή ρομπότ ( Σχήμα 8)για την αυτόνομη αραίωση κυρίως καλλιεργούμενων δασικών εκτάσεων και δίνουν τις προδιαγραφές που πρέπει να εκπληρώνουν και τους αισθητήρες, τους μηχανισμούς και το λογισμικό ώστε να κυκλοφορούν με ασφάλεια στο δάσος, να επιλέγουν τα δένδρα που πρέπει να αφαιρεθούν και να τα κόβουν και να τα απομακρύνουν. Στο πανεπιστήμιο της Victoria, Canada αναπτύχθηκε

και κατασκευάστηκε πρότυπο τροχήλατο ρομπότ για την δενδροφύτευση εκτάσεων μετά από καταστροφικές πυρκαγιές, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.

Τελευταία έχουν χρησιμοποιηθεί ιπτάμενα ρομπότ για την παρακολούθηση της διαδικασίας φυσικής αναδάσωσης και την εκτίμηση της βιομάζας (Zahawi κ.α., 2015). Με τα ιπτάμενα ρομπότ εξοπλισμένα με απλές κάμερες και λογισμικό ανοιχτού κώδικα για την επεξεργασία εικόνας μπόρεσαν να έχουν μια τρισδιάστατη απεικόνιση του δάσους συμπεριλαμβάνοντας και το χρώμα με χρήση συνεφοσημείων. Η προσέγγιση αυτή αποδείχθηκε ότι πετυχαίνει μεγαλύτερη ακρίβεια απεικόνισης και υπολογισμών και χαμηλότερο κόστος σε σχέση με άλλες εναέριες (αερομεταφερόμενα Light Detection and Ranging (LiDAR) ) ή επίγειες μεθόδους. Μια επανδρωμένη πτήση με LiDAR κοστίζει 20 χιλ. δολάρια, ενώ το ιπτάμενο ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε είχε κόστος 1,5 χιλ. δολάρια μαζί με τον εξοπλισμό του.



**Σχήμα 9.** Το ρομπότ δενδροφύτευσης του πανεπιστημίου Victoria

#### *Πολιτικές δασικής «ανάπτυξης»*

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζεται μια σύντομη αναφορά στις ακολουθούμενες πολιτικές για την δασική περιουσία. Εν πολύ σημαντικό μέρος των δασικών εκτάσεων ανήκει σε ιδιώτες (36%) ενώ διατίθενται και δημόσιες δασικές εκτάσεις σε φορείς διαχείρισης για να τα «αξιοποιήσουν» σε συνεργασία με ΟΤΑ και ιδιωτικές εταιρείες. Το νομικό πλαίσιο και η εφαρμοζόμενη πολιτική στην πράξη δεν έχει ένα σχεδιασμό για την ανάπτυξη συστήματος σχεδιασμού και διαχείρισης του δασικού πλούτου με στόχο την λαϊκή ευημερία αλλά ενισχύει διαρκώς την ιδιωτικοποίηση (ΥΛΩΡΟΣ, 2011). Από δημοσιεύματα των εφημερίδων προκύπτει ότι δεν αποτρέπονται οι καταπατήσεις δημόσιων δασικών εκτάσεων και η αλλαγή του χαρακτήρα και της χρήσης τους, και τέλος δεν προστατεύονται τα δάση επαρκώς από τις πυρκαγιές. Ο Καραράς (2011) υποστηρίζει ότι η ασκούμενη δασική πολιτική δεν υπηρετεί το δασικό οικοσύστημα και η όποια αξιοποίηση έχει στόχο το κέρδος. Επίσης ότι δεν γίνεται διαχείριση και καλλιέργεια των δασών μας, άρα στην ουσία δεν προστατεύονται. Η Δασική Υπηρεσία έχει πλήρως απαξιωθεί και μαζί της και το όποιο δημόσιο σύστημα αναδάσωσης και δασοπονίας-δασοκομίας υπήρχε.

Οι καθυστερήσεις στην προσαρμογή των κανονισμών και της νομοθεσίας που θα πρόβλεπαν κάποια στοιχειώδη μέριμνα για την προστασία του δάσους, όπως οι κώδικες και οι δασικοί χάρτες ευνόησαν τη νομιμοποίηση των καταπατήσεων και τους αποχαρακτηρισμούς και όταν φτάνει η ώρα να θεσμοθετηθούν οι κυβερνήσεις προσπαθούν

με κάθε τρόπο να εξυπηρετήσουν την ιδιωτική εκμετάλλευση δασικών εκτάσεων στο όνομα της ανάπτυξης.

Τα διατιθέμενα ποσά για την δασοπονία το 2011 είχαν κατακυλήσει στο 0.35% του ΑΕΠ και η χρηματοδότηση της έρευνας για την προστασία του δάσους είναι υποτυπώδης.

Επειδή η γενικότερη ερευνητική πολιτική τόσο της Ευρωπαϊκής Ένωσης όσο και των ελληνικών κυβερνήσεων έχει στόχο την ανταγωνιστικότητα και το κέρδος δεν μπορεί να περιμένουμε την ανάπτυξη της τεχνολογίας για την σύγχρονη δασοπονία σε όφελος του λαού. Επόμενα δεν έχουμε ανάπτυξη τεχνολογίας τόσο για την εκμηχάνιση και αυτοματοποίηση δασοπονίας-δασοκομίας αλλά ούτε και της δασοπροστασίας. Η ανισόμετρα καπιταλιστική ανάπτυξη και η συγκέντρωση της τεχνογνωσίας σε όλο και λιγότερες πολυεθνικές, η προστασία της κερδοφορίας τους με το καθεστώς της πατέντας κάνουν υψηλό κόστος εξοπλισμού για χώρες και φορείς, που δεν αναπτύσσουν δική τους τεχνογνωσία. Το τελευταίο ισχύει ιδιαίτερα για τα μηχανήματα και τη ρομποτική τεχνολογία, που αφορά στη δασοκομία. Όμως η χρήση ιπτάμενων μικρών ρομπότ για την προστασία των δασών από πυρκαγιές και ασθένειες είναι άμεσα εφικτή εξαιτίας του χαμηλού κόστους του εξοπλισμού και της τάσης για παραπέρα μείωση.

#### *Προστασία και αξιοποίηση του δασικού πλούτου για τις λαϊκές ανάγκες*

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι αναγκαίες συνθήκες για μια άλλη πολιτική, που θα έχει στόχο το κοινωνικό όφελος και όχι το επιχειρηματικό κέρδος, και στο πλαίσιο αυτό προτείνονται άμεσες διεκδικήσεις και μέτρα για την αποτροπή της παραπέρα καταστροφής των δασών, την παρεμπόδιση της ιδιωτικοποίησης και της εκμετάλλευσης του δασικού πλούτου με σκοπό το κέρδος. Έτσι που να επιβραδύνουμε την κλιματική αλλαγή γιατί στα πλαίσια του καπιταλιστικού συστήματος μάλλον είναι ανέφικτη η αντιστροφή της κλιματικής αλλαγής. Η προστασία των δασών θα περιορίσει τις καταστροφικές πλημμύρες, την αποσάθρωση του εδάφους και τις πιθανές ελλείψεις νερού.

Η απαιτούμενη πολιτική για την φιλολαϊκή αξιοποίηση της τεχνολογίας στις δασικές περιοχές θα πρέπει να κινείται στους παρακάτω βασικούς άξονες.

- Τα δάση να θεωρούνται κοινωνικό αγαθό και όχι εμπόρευμα, να περάσουν σε δημόσια ιδιοκτησία και να αποτελούν λαϊκή περιουσία.
- Να καταργηθούν οι δασοκαταστροφικοί νόμοι και να εφαρμοστεί άμεσα το δασικό κτηματολόγιο, που θα περιορίζει την καταπάτηση δασικών εκτάσεων.
- Να δημιουργηθεί ενιαίος δημόσιος φορέας διαχείρισης της δασικής περιουσίας και δασοπροστασίας με συντονιστικά όργανα κατά περιφέρεια και νομό.

Ο ενιαίος φορέας σε συνεργασία με πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα θα φροντίζει την ανάπτυξη τεχνολογίας που είναι αναγκαία για την προστασία και αξιοποίηση του δασικού πλούτου. Άμεσα και εξαιτίας του χαμηλού κόστους μπορεί να αναπτυχθούν και να εφαρμοσθούν συστήματα με ιπτάμενα ρομπότ εφοδιασμένα με τους κατάλληλους αισθητήρες και λογισμικό για την αποτελεσματική προστασία των δασών από πυρκαγιές και ασθένειες αλλά και την συστηματική παρακολούθηση της πορείας των αναδασώσεων και γενικά τη χρήση της νέας τεχνολογίας σε ένα σύστημα σχεδιασμένης δασοπονίας. Τα συστήματα νέας τεχνολογίας, που προτείνονται θα είναι στην ευθύνη του ενιαίου φορέα, θα σχεδιάζει και υλοποιεί τις πολιτικές προστασίας και αξιοποίησης του δασικού πλούτου, θα εκπαιδεύει τους επιστήμονες και τους δασεργάτες και θα ενημερώνει το λαό.

Είναι ανάγκη σήμερα η δασοπροστασία και η δασοπονία σε όφελος του λαού να γίνει υπόθεση του οργανωμένου αγροτικού κινήματος, των επιστημονικών ενώσεων, των φοιτητών των αντίστοιχων σχολών και των οργανώσεων των δασεργατών και δασοπυροσβεστών σε κατεύθυνση σύγκρουσης με την πολιτική εκμετάλλευσης των δασών από τις μεγάλες

επιχειρήσεις και της απαξίωσης του δημόσιου συστήματος προστασίας ώστε στο μέλλον και αυτή να ιδιωτικοποιηθεί.

Προϋπόθεση ωστόσο για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείρισή του δασικού πλούτου προς όφελος των λαϊκών αναγκών είναι ο κεντρικός σχεδιασμός και η λαϊκή οικονομία, που θα υλοποιείται όταν ο λαός θα είναι στην εξουσία και όχι τα μονοπώλια, προστατεύοντας το περιβάλλον και εξασφαλίζοντας λαϊκή ευημερία.

## Βιβλιογραφία

- Bayne K., Parker R., “The introduction of robotics for New Zealand forestry operations: Forest sector employee perceptions and implications”, *Technology in Society* 34 (2012) 138–148
- Casbeer D., Beard, R., McLain T., Li, Sai-Ming, and Mehra R. K., "Forest fire monitoring with multiple small UAVs" (2005). All Faculty Publications. Paper 1506.<http://scholarsarchive.byu.edu/facpub/1506>
- EFFIS.*Forest Fires in Europe*; Report No 8, JRC Scientific and Technical Reports. Available online: [http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms\\_page\\_media/9/01-forest-fires-in-europe-2007.pdf](http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/01-forest-fires-in-europe-2007.pdf) (accessed on 1 June 2015).
- FERMIS, Fire Event Remote Management Information System Search form Search <http://www.fermis-project.eu/fermis/>
- Giusti A., Guzzi J., D. Cire D. , He F., Rodríguez J., Fontana F., Faessler M., Forster C., Schmidhuber J., Di Caro G., Scaramuzza D., Gambardella L., A Machine Learning Approach to Visual Perception of Forest Trails for Mobile Robots, *IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS*, NOVEMBER, 2015
- Gougeon F. ,Kourtz P., and Strome M., Preliminary research on robotic vision in a regenerating forest environment, Petawawa National Forestry Institute
- Halme A., Hartikainen K., Kärkkäinen K.: Terrain adaptive motion and free gait of a six-legged walking machine, *Contr. Eng. Pract.* 2, 273–279 (1994)
- Halme A., Vaino M., “Forestry Robotics-why, what, when”, Springer, 1998.
- Hellström T., Lärkeryd P., Nordfjell T. and Ringdahl O., “AUTONOMOUS FORESTMACHINES – PAST, PRESENT AND FUTURE”, UMINF 08.06, ISSN-0348-0542, April 21, 2008
- Impact Study for Climate Change Greek Commission, 2011. The environmental, economic and social impacts of climate change in GREECE. National Bank of Greece, 546 p.
- Κακαράς Ι., Η παραγωγή ξύλου στη χώρα μας και η ασκούμενη δασική πολιτική, ΗΜΕΡΙΔΑ «Ελληνική Δασοπονία: ένα μεγάλο πλεονέκτημα και για την ελληνική οικονομία», ΕΘΙΑΓΕ, Δευτέρα 16-5-2011
- Kalabokidis K., Palaiologou P., Gerasopoulos E., Giannakopoulos C., Kostopoulou E., and C. Zerefos. 2015. Effect of climate change projections on forest fire behavior and values-at-risk in southwestern Greece. *Forests* 6(6):2214-2240.
- Konstantinidis P. and Tsiourlis G., SITHON: Comparison of a wireless network of in situ optical cameras and a digital thermal imaging sensor airborne system applied to the early detection-notification-monitoring of forest fires.
- Paneque-Gálvez J., McCall M., Napoletano B., Wich S. and Koh L., Small Drones for Community-Based Forest Monitoring: An Assessment of Their Feasibility and Potential in Tropical Areas, *Forests* 2014, 5, 1481-1507; doi:10.3390/f5061481
- Smigaj M., Gaulton R., Barr S. L., Suárez J. C., UAV-BORNE THERMAL IMAGING FOR FOREST HEALTH MONITORING: DETECTION OF DISEASE-INDUCED CANOPY TEMPERATURE INCREASE, *The International Archives of the*

- Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3, 2015ISPRS Geospatial Week 2015, 28 Sep – 03 Oct 2015, La Grande Motte, France
- Tsagkari N., Karetzos G. and Proutsos N., 2011. Forest fires in Greece (1983-2008). National Agricultural Research Foundation - Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology and WWF, 105 p
- Τσόπελας Π., Καρανικόλα Π., Υγεία των δασικών οικοσυστημάτων, στο βιβλίο «Το Δάσος Μια Ολοκληρωμένη Προσέγγιση» Επιμέλεια: Αριστοτέλης Χ. Παπαγεωργίου, Γεώργιος Καρέτσος, Γεώργιος Κατσαδωράκης, WWF2012
- VestlundK., HellstromT., Requirements and system design for a robot performing selective cleaning in young forest stands, Journal of Terra mechanics 43 (2006) 505–525
- XidiasE.and Aspragathos N., “Motion Planning for Multiple Non-holonomic Robots: a geometric approach”. Robotica, Volume 26, Issue 4 (July 2008), pp. 525-536
- YuanC., Zhang Y., Liu Z., A survey on technologies for automatic forest fire monitoring, detection, and fighting using unmanned aerial vehicles and remote sensing techniques, Canadian Journal of Forest Research, 2015, 45(7): 783-792, 10.1139/cjfr-2014-0347
- ΥΛΩΡΟΣ, Και τα δάση βορά στο κεφάλαιο!, Κυριακή 5 Ιούνη 2011, ΡΙΖΟΣΠΑΣΤΗΣ
- Zahawi R., Dandois J., Holl K., Nadwodny D., Leighton Reid J., Ellis E., Using lightweight unmanned aerial vehicles to monitor tropical forest recovery, Biological Conservation 186 (2015) 287–295
- Zhang L., Wang B., Peng W., Li C., Lu Z., Guo Y., A Method for Forest Fire Detection Using UAV, Advanced Science and Technology Letters, Vol.81 (CST 2015), pp.69-74, <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2015.81.15>

## **Robotics and automation for the forest protection and forestry works**

**N. Aspragathos**, Professor, University of Patras  
Robotics Group  
Mechanical Engineering and Aeronautics Department

### **Abstract**

In this paper the evolution and the trends of the robotics and automation in forestry applications namely from the forest protection to seedling and harvesting of forest trees.

The main part of this paper is focused on the fire and disease protection of the forests with the continuous monitoring by using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) to detect the fire and disease at their initial state. The UAVs are equipped with sensors and software, particularly vision systems for the collection of big data that are processed on-line for the detection and confirmation of the fire and the color change of the trees due to initiation of disease. Published research work and projects as well as applications are presented from different countries and from Greece. It is shown that the robotics technology is mature enough, reliable, efficient and low cost to be used in forest protection.

A very brief presentation is included considering the historical evolution of the mechanization for the seedling and harvesting since this is the basis for the development of the robotics technology for silviculture. Research results are presented to illustrate the progress in developing autonomous robotic vehicles for seedling, felling, thinning, and

transporting the logs and branches inside the forest. These autonomous vehicles are big and high cost systems so their applications are not yet commercialized.

The forestry policy of the Greek governments is presented in brief considering the forest protection and forestry management that is resulting in privatization and exploitation of forests for profit mainly. In addition, the required conditions are described for another forestry policy with main aim the satisfaction of the needs of the people and not for the increase of profit. The main directions of such a policy could be summarized in the following:

- The forests are social good and not commodity, so should be exclusively public property.
- The laws that are forest destructive should be abolished and the forest registry and maps should be implemented immediately to limit the continuation of the forests encroachment.
- A new public entity should be established having full responsibility for forestry management and protection in an integrated manner. This entity should care for the development and implementation of the robotics technology and automation in forestry and forest protection.

The forestry aiming the environment protection and peoples benefit should be considered as one of the main priorities of the agricultural movement, of the relative disciplines scientists and students and of forest workers unions in a direction against the exploitation of the forests for profit and forest privatization.

However the main precondition for real protection of the forests and forestry for the peoples benefit is the central planning that can be done when the people have the power and not the multinationals and monopolies.