AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Αυτόνομες πλατφόρμες αεροφωτογράφισης και εφαρμογές τους για χαρτογράφηση

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου
Τμήμα Πολιτικών Μηχ/κών και Μηχ/κών Γεωπληροφορικής
Δρ. Δημήτριος Σκαρλάτος

Ανοιχτή διάλεξη. Σε συνεργασία ΑΗΚ & ΤΕΠΑΚ 06.03.2012

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Ορισμός UAV

- **Unmanned aerial vehicle** (UAV), are to be understood as uninhabited and reusable aerial vehicles (Blyenburgh, 1999).
- Αναπτύχθηκαν για στρατιωτικές εφαρμογές
- Πτήση με χρήση μηχανής και βοήθεια αεροδυναμικής
- Επαναχρησιμοποιήσιμα (όχι πύραυλοι)
- RC, assisted, autonomous

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

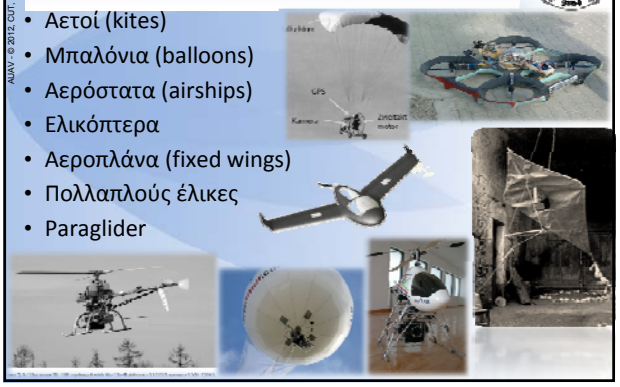
Διάρθρωση διάλεξης

Ορισμοί και κατηγοριοποίηση
Σύντομη αναδρομή και προβλήματα
Προγραμματισμός & εκτέλεση πτήσης
Επεξεργασία δεδομένων
Εφαρμογές
Εμπορικά συστήματα

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

'UAVs' για χαρτογράφηση

- Αετοί (kites)
- Μπαλόνια (balloons)
- Αερόστατα (airships)
- Ελικόπτερα
- Αεροπλάνα (fixed wings)
- Πολλαπλούς έλικες
- Paraglider



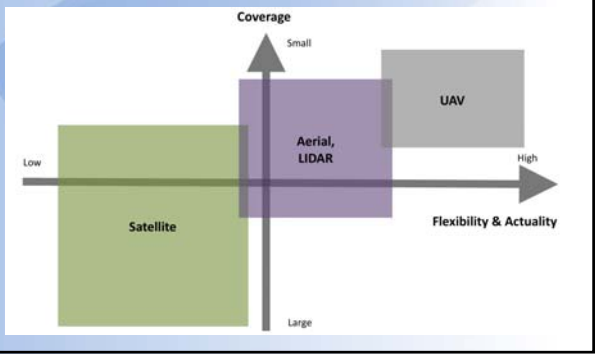
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Ορισμοί και κατηγοριοποίηση

Ορισμός
Κατηγορίες
RC vs Autonomous

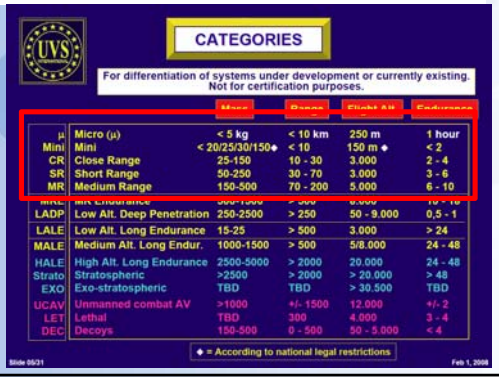
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Πλατφόρμες φωτογράφισης: κάλυψη και ευελιξία



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Κατηγορίες UAS
(Unmanned Aerial Systems)



Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα
αναλόγως κατηγορίας

Table 3-2: Pro and cons of the different type of UAVs (0: Lowest value; +: Middle value; ++: Best).

Type of aircraft	Range	Endurance	Weather and wind dependency	Maneuverability
Balloon	0	++	0	0
Airship	++	++	0	+
Gliders/Kites	+	0	0	0
Fixed wing gliders	++	+	+	+
Propeller & Jet engines	+	++	+	+
Rotor-kite	++	+	0	+
Single rotor (helicopter)	+	+	+	++
Coaxial	+	++	+	++
Quadrotors	0	0	0	++
Multi-copters	+	+	+	++

Ακτίνα δράσης και ύψος πτήσης

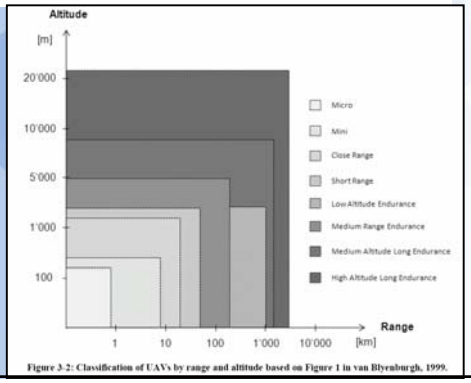


Figure 3-2: Classification of UAVs by range and altitude based on Figure 1 in van Blyenburgh, 1999.

•Αισθητήρες

- Οπτικοί (still-video)
- Πολυφασματικοί
- Θερμικοί
- Σαρωτές Radar & Lidar

Κατηγορίες UAS

Σύντομη αναδρομή και προβλήματα

Πτήσεις RC

Βελτιώσεις με χρήση αυτόνομων UAV

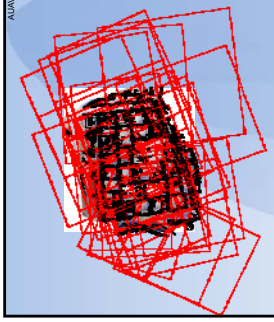
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

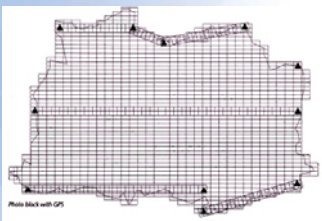
Εγγενή πλεονεκτήματα UAVs

- Χαμηλό κόστος (κτήσης, συντήρησης)
- Πτήση κοντά στο αντικείμενο
- Ευελιξία προγραμματισμού, σχεδιασμού
- Δυνατότητα κατακόρυφων, πλάγιων και οριζοντίων λήψεων
- Άμεση χρήση δεδομένων
- Χρήση σε επικίνδυνες συνθήκες
- Εκπαιδευτική αξία

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Προβλήματα RC





AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

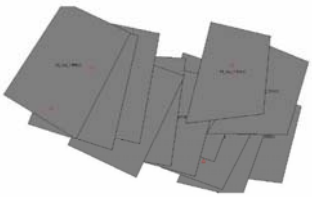
Εγγενή μειονεκτήματα

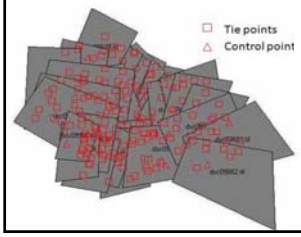
- Έμπειρος χειριστής
- Ναυτίλος - φωτογράφος
- Χρήση εντός οπτικού πεδίου (χαμηλή ακτίνα δράσης)
- Περιορισμοί φορτίων
- Ανικανότητα αποφυγής εμποδίων ή εκτάκτων καταστάσεων
- Χαμηλή οροφή πτήσης
- Ασαφές νομικό πλαίσιο

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Παραδείγματα κάλυψης λήψεων
από χαρταετό και μπαλόνι

- Αστάθεια
- Κάλυψη
- Υψος





AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Κανονισμοί αεροπλοΐας

- **The article 8 of the Convention on International Civil Aviation**, about the Pilotless aircraft says :

"No aircraft capable of being flown without a pilot shall be flown without a pilot over the territory of a contracting State without special authorization by that State and in accordance with the terms of such authorization. Each contracting State undertakes to insure that the flight of such aircraft without a pilot in regions open to civil aircraft shall be so controlled as to obviate danger to civil aircraft."

- Εξαρτάται από την χώρα, αλλά γενικά μεγάλο κενό
- Backup pilot with RC
- LOS

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Βασικό πλεονέκτημα: σύστημα GPS/INS

- GPS for global positioning
  - L1 (most cases)
  - L1/L2 RTK (weight)
- INS or IMU for relative positioning
  - 3 gyroscopes
  - 3 accelerometers
  - 3-axis magnetometer
- LSQ Kalman filter
- RT and/or PP

Additional navigation sensors
Barometer
Laser height measurement
Wind speedometer
Compass
Camera gimbal

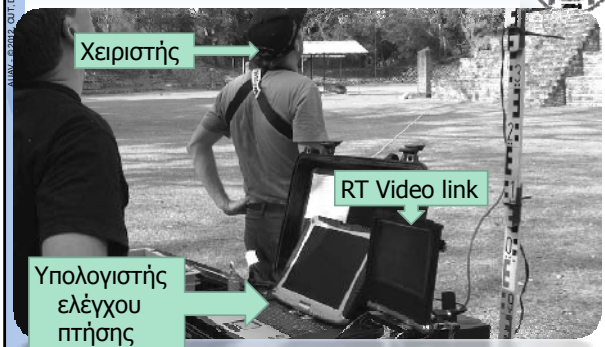
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Πλεονεκτήματα GPS/INS

- Αυτόνομή πτήση
  - Προγραμματισμός πτήσης
  - Χωρίς ναυτίλο και φωτογράφο
  - Πλήρη κάλυψη περιοχής μελέτης
  - Απώλεια σήματος
  - Αυτόματη επιστροφή στην θέση απογείωσης
  - Επικίνδυνες περιοχές / περιπτώσεις
- Σταθερότητα στις λήψεις
  - Μικρές στροφές άξονα λήψης
  - Εξασφάλιση επικαλύψεων
- Διατήρηση σταθερού υψομέτρου
  - ή και ύψους πτήσης με χρήση laser
- Μετά-Δεδομένα θέσης λήψης ανά φωτογραφία

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Σταθμός βάσης



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Μειονεκτήματα

- Εκκεντρότητα συστημάτων
- Αδυναμία αποφυγής εμποδίων
- Διατήρηση σταθερού **ύψους** πτήσης
- Ασαφές νομικό πλαίσιο κανονισμών αεροπλοΐας

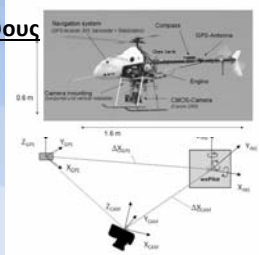


Figure 4-6: Scheme of the main navigation sensors and camera integrated in the Copter 1B.

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Σταθερότητα πτήσης (στροφές)

WePilot 1000

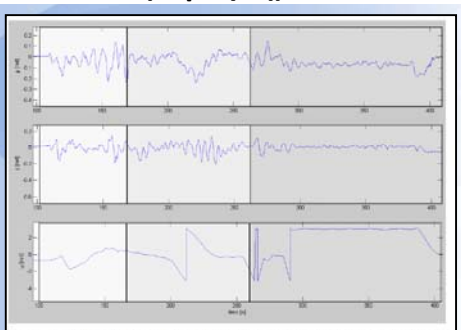


Figure 4-23: Example for the transition between manual (white), assisted controlled (light gray) and autonomous (gray) flight. Upper graph: Roll (Φ) angle around x-axis; Middle graph: pitch (Θ) angle around y-axis; Lower graph: yaw (Ψ) angle around z-axis.

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Είδη ναυτιλίας

- Χειροκίνητη [RC]
- Μερικώς υποβοηθούμενη [RC]
- Πλήρως αυτόνομη
  - ά/φος
  - Βάση [RC]

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Σταθερότητα πτήσης (ταχύτητα)

WePilot 1000

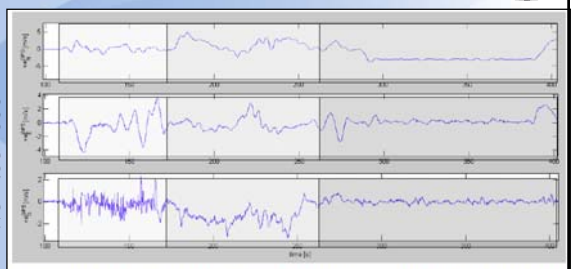
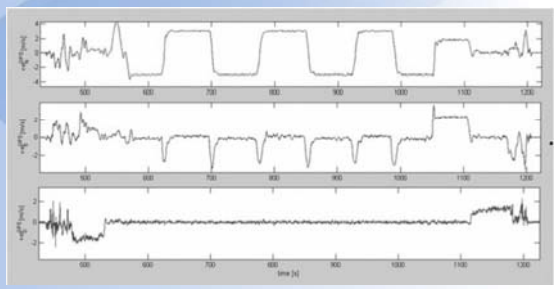


Figure 4-24: Example for the transition between manual (white), assisted controlled (light gray) and autonomous (gray) flight. Upper graph: Velocity v_N (North component); Middle graph: Velocity v_E (East component); Lower graph: Velocity v_D (Height component).

Ταχύτητα σχεδιασμού και εκτέλεσης

WePilot 1000



Πτήση με το SwingletCam

Προγραμματισμός & εκτέλεση πτήσης

Προγραμματισμός πτήσης

Εκτέλεση με βοηθήματα

Σταθμός βάσης

Μεταδεδομένα

Προγραμματισμός πτήσης

Παράγοντες

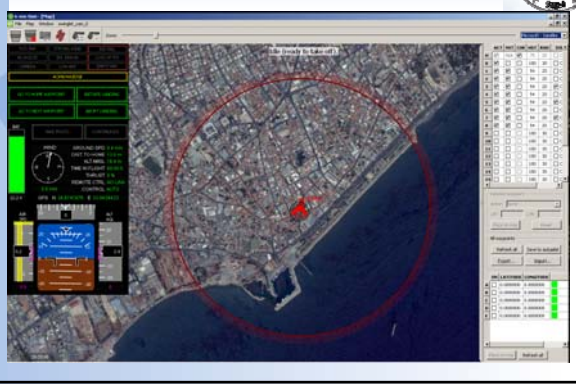
- Περιοχή κάλυψης
- Επικαλύψεις
- Ανάγλυφο περιοχής
- Αποφυγή εμποδίων

Δημιουργία waypoints d/w στο UAV

Τρία βασικά σενάρια

- Περιοχή χωρίς ανάγλυφο
- Περιοχή με έντονο ανάγλυφο
- 3D κτιρίου ή μνημείου

Λογισμικό



Λήψη φωτογραφιών

- Χειροκίνητα μέσω video link
- Αυτόματα μέσω GPS σε συγκεκριμένες θέσεις
- Με χρονικό βήμα
- Αιώρηση πάνω από το σημείο έως ότου επιτευχθούν οι ακρίβειες (GPS)

Μεταδεδομένα

- Καταγραφή θέσης και στροφών κατά την στιγμή της λήψης
- ή καταγραφή χρόνου UTC λήψης και Γραμμική Παρεμβολή

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Επεξεργασία δεδομένων

Μωσαϊκά

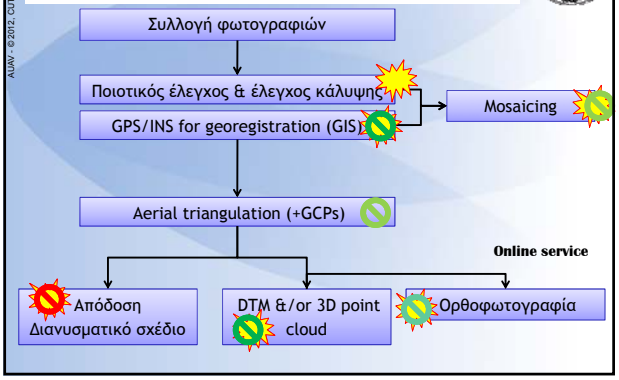
Ψηφιακά μοντέλα εδάφους

Ορθοφωτογραφίες

Διανυσματικά σχέδια

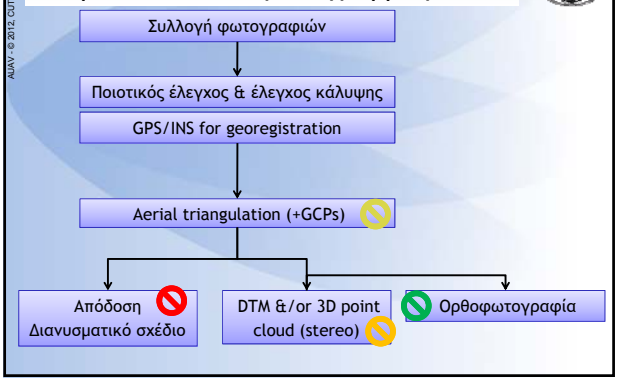
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Επεξεργασία δεδομένων
με φωτογραμμετρία & τεχνικές μηχανικής όρασης



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

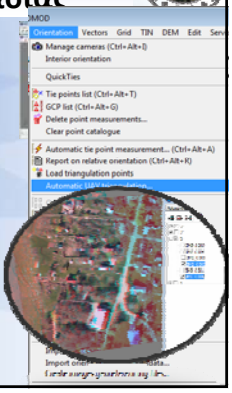
Επεξεργασία δεδομένων
με 'κλασσική' φωτογραμμετρία



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Βασικές λειτουργίες λογισμικού επεξεργασίας

- Εισαγωγή θέσεων GPS/INS
- Αυτόματη εύρεση κοινών σημείων
- Εισαγωγή και σκόπευση φωτοσταθερών σημείων
- Αυτόματο και πυκνό ΨΜΕ
- Ορθοφωτογραφία & Μοσαϊκών
- Δυνατότητα στερεοσκοπικής παρατήρησης



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Λογισμικό φωτογραμμετρικής επεξεργασίας

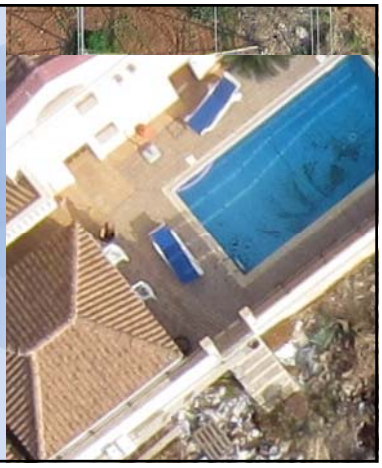
1. ISDM, ISAT (Zeiss/Intergraph)
   - LPS, ORIMA (Erdas Imagine)
2. SocetSet (BAE Systems)
3. Inpho (Trimble)
4. Photomod with UAV module (Racurs)
5. Vexcel (OEM Microsoft)
6. Mosaic Mill

http://web2.ges.gla.ac.uk/~gpetrie/linksdb.html

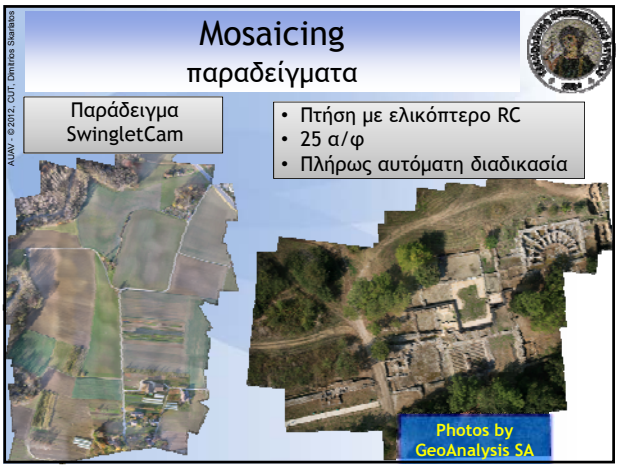
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

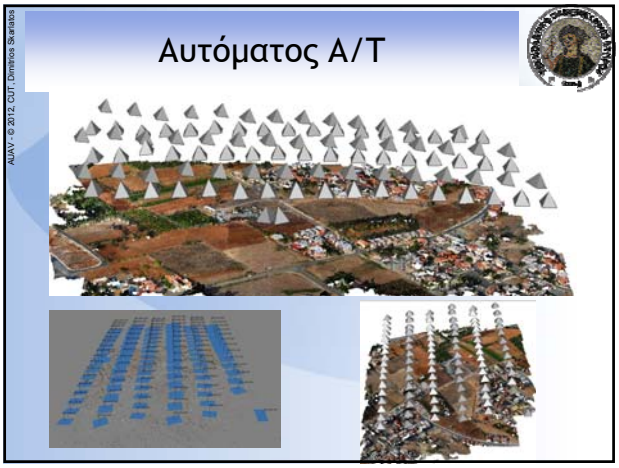
Πτήση
ΤΕΠΑΚ

Πτήση δοκιμή για ΑΗΚ
96 φωτογραφίες
Ύψος πτήσης 105m
4cm² pixel size



Mosaicing
(not ortho)
Ημιαυτόματη διαδικασία
~ 2 hr για 96 α/φ
Μικροατέλειες
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos


Mosaicing
παραδείγματα
Παράδειγμα SwingletCam
• Πτήση με ελικόπτερο RC
• 25 α/φ
• Πλήρως αυτόματη διαδικασία
Photos by GeoAnalysis SA
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos


Αυτόματος Α/Τ
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Αυτόματος αεροτριγωνισμός
στο ΤΕΠΑΚ
Πλήρως αυτόματος σε 307 υποβρύχιες φωτογραφίες
Photos by ARU, CyU, A. Neofytou
2 CUT, Dimitros Skaratos

Έγχρωμο νέφος σημείων - ΨΜΕ
Πυκνό νέφος που μοιάζει με Ο/Φ
CUT, Dimitros Skaratos

Έγχρωμο νέφος σημείων
Από ελικόπτερο RF (8 α/φ)
945 K points
UT, Dimitros Skaratos

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

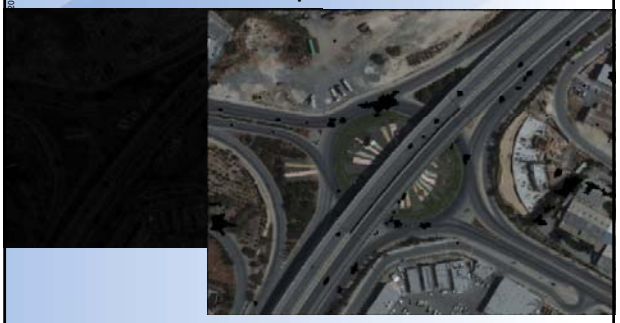
Νέφος σημείων

- 6 Α/Φ Vexcel, από την περιοχή Λευκωσίας (DLS)
- Δημιουργία έγχρωμου νέφους 31 M points

2012, CUT, Dimitros Skaratos

Παράδειγμα Ο/Φ από νέφος

(0.2 m pixel size)



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Παράδειγμα Ο/Φ από νέφος

(0.2 m pixel size)

2012, CUT, Dimitros Skaratos

Παράδειγμα Ο/Φ από νέφος

πτήση SwingletCam

(0.05m ortho pixel size - 0.07m original pixel size)

© 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Παράδειγμα Ο/Φ από νέφος

(0.2 m pixel size)

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Εφαρμογές

Πιθανά πεδία εφαρμογής

Παραδείγματα πραγματικών εφαρμογών

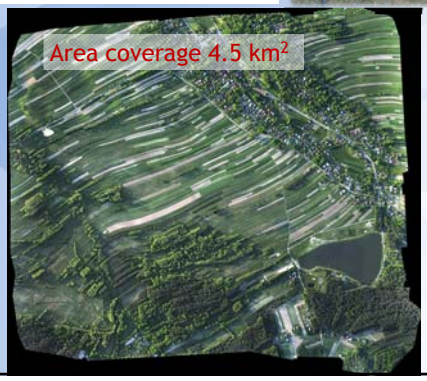
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Κατηγορίες πολιτικών εφαρμογών

- Χαρτογράφηση μικρών και μεσαίων εκτάσεων
  - Κτηματολόγιο
  - Αναδασμός
  - Πολεοδομία - αυθαίρετα
  - Αποτυπώσεις ζώνης για οδοποιΐα, αγωγούς, γραμμές υψηλής τάσης
  - Αρχιτεκτονικές και αρχαιολογικές αποτυπώσεις
- Έλεγχος οδοστρωμάτων
- Κατολισθήσεις
  - πρόβλεψη, εκτίμηση
- Εποπτεία δασικών εκτάσεων
- Ογκομετρήσεις
  - Ορυχείων
  - Εκσκαφών
  - Αποθέσεων
- Διαχείριση όγκου απορριμμάτων

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Pteryx applications



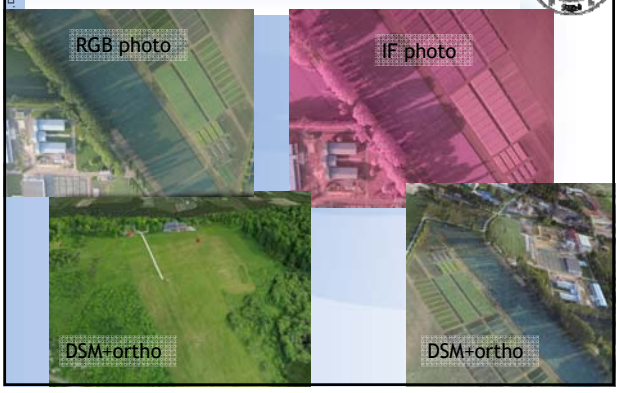
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Κατηγορίες πολιτικών εφαρμογών, συνέχεια…

- Παρακολούθηση και εκτίμηση καταστροφών
  - Φωτιές
  - Πλημμύρες
- Παρακολούθηση δυναμικών φαινομένων
  - Διάβρωση ακτογραμμής
  - Κατολισθήσεις
  - Αστικοποίηση
  - Search & Resque
- Εκπαίδευση
- Τρισδιάστατη μοντελοποίηση αστικών περιοχών και κτιρίων
- Κατασκευές
- Καλλιέργειες
  - Υπολογισμός NDVI
  - Διαχωρισμός ειδών
  - Ασθένειες
  - Εκτίμηση παραγωγής

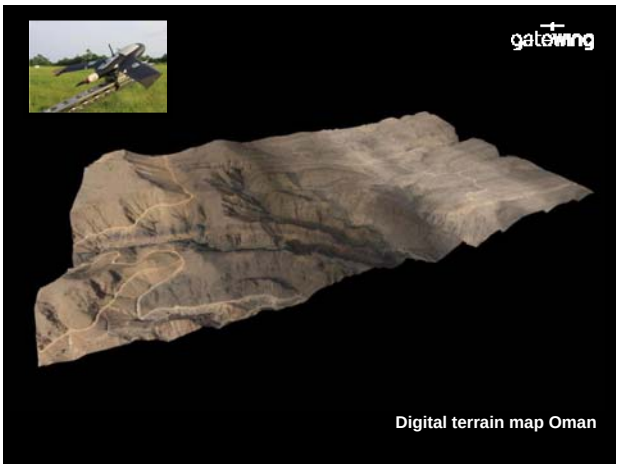
Dimitros Skaratos

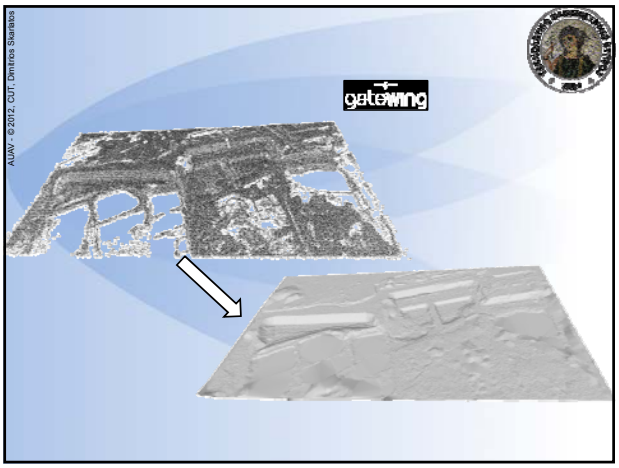
Pteryx applications

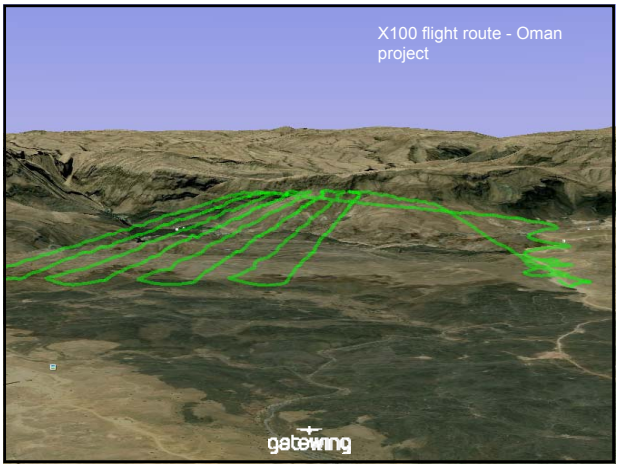


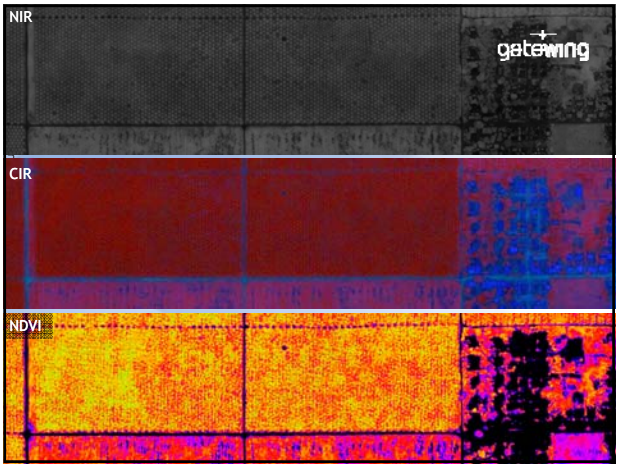
2012, CUT, Dimitros Skaratos

Aibot X6


gatewing
Digital terrain map Oman

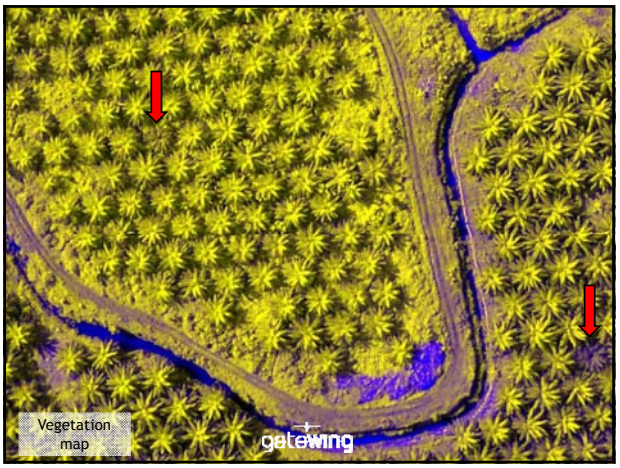

AUAV - © 2012, CUT, Dimitrios Skarlatos
gatewing


X100 flight route - Oman project
gatewing


NIR
gatewing
CIR
NDVI

Clay Mine Site
gatewing
Clay mine site (16/3/2009)
•1500 x 1000 m
• 30 min flight
• 900 pictures @ 10 Mp
• 5 cm GSD
• 90 % forward / 60 % side overlap

Vegetation map
gatewing


Vegetation map
gatewing

Εμπορικά συστήματα

Healthy plantations
Vegetation map
gatewing

microdrones GmbH
.. your eye in the sky
microdrones
690 €
8389 €
19968 €
7980 €
md4-200
English

Μεταλλεία & Ορυχεία

Lehmann Aviation
7990 €
16Mp camera

AUAV - © 2012, CUT, Dimitrios Skaratos

ZALA AERO http://zala.aero/en/

Navigation: GPS
Power unit: Double-cylinder, two-stroke internal combustion engine 20 h.p.
Range: 50 km max
Maximum speed: 150 km/h
Cruising speed: 80 km/h
Flight duration: 6 hours

Payload weight: 50 kg max
Maximum takeoff weight: 95 kg
Empty weight: 40 kg
Size:
2,640 m length
0,560 m width
0,795 m height
Main rotor diameter: 3,064 m

Range: 40 km max
Flight duration: 3 h hours;
Power unit: internal combustion engine
Cruising speed – 50 km/h -
Maximum speed – 80 km/h;
Maximum flight altitude - 2000 m above sea level
Size: 0,4 m ×1,57 m ×0,67 m
Main rotor diameter - 1,77 m

Takeoff/landing: vertical

AUAV - © 2012, CUT, Dimitrios Skaratos

Rotomotion - SR family 500–200-100-30-20-5

SR500 Helicopter System Features:

- Total weight of 120kg with 50 kg useful load
- Size - 3.5 meters (11ft)
- Can be transported and operated by one person
- Range – 180 miles, Altitude – 8,000ft.
- Complete system including air vehicle and ground support systems
- Configurable for a wide range of data links and payloads.
- Requires one operator - does not require a helicopter pilot – training takes about 1 week

AUAV - © 2012, CUT, Dimitrios Skaratos

UAV Cyber QUAD

UAV Quadrorotor AT Quad
The Cyber Quad is an electric ducted quadrotor Vertical Take Off and Landing (VTOL) Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

Specifications	Maximum	Nominal
Endurance	40 min	25 min
Take Off Weight	3 kg	2 kg
Airspeed	20 km/h	10 km/h
Climb Rate	10 m/s	5 m/s
Descent Rate	7 m/s	3 m/s
Altitude	1 km (video link)	120 m (CASA101)
Range	1 km (video link)	500m
Noise	65dBA @ 3m	inaudible > 30m
Time to deploy	1 min	10 seconds
Dimensions	530 x 530 x 100mm	

http://uav.at-communication.com/en/at/at_quad_uav.html

012, CUT, Dimitrios Skaratos

Rotomotion - SR family 500–200-100-30-20-5

SR20 show in front of our largest UAV, the SR200

- The SR5 is our smallest UAV – less than 2 feet long
- Gross Takeoff weight less than 2.2kilograms
- Day video or I/R Camera Options
- 20 minute endurance

UT, Dimitrios Skaratos

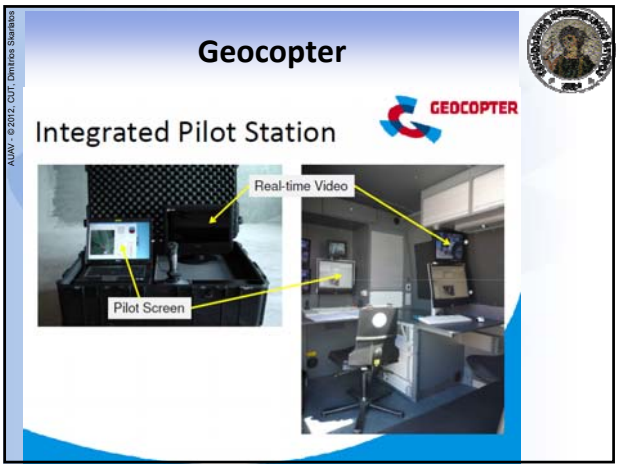
Gatewing X-100

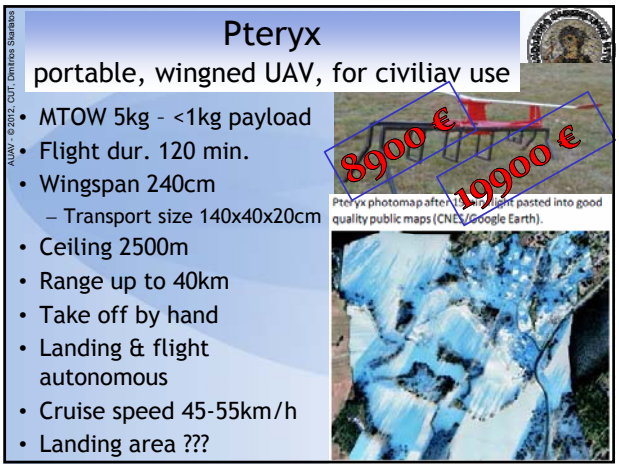
- Mass 2.0 kg
- Cruise speed 75 km/h
- Top speed 130 km/h
- wind speed up to 65 km/h
- Endurance 45 min
- Mapping @ 5 cm 1,5 km²
- Mapping @ 10 cm 3 km²
- Foldable launcher, easy setup
- Automatic from launch to recovery

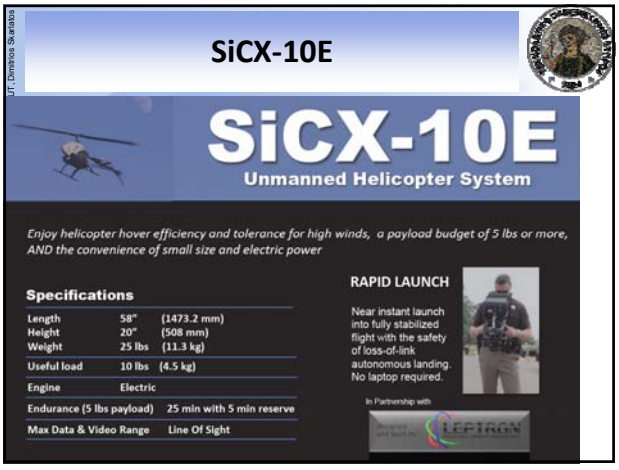
AUAV - © 2012, CUT, Dimitrios Skaratos

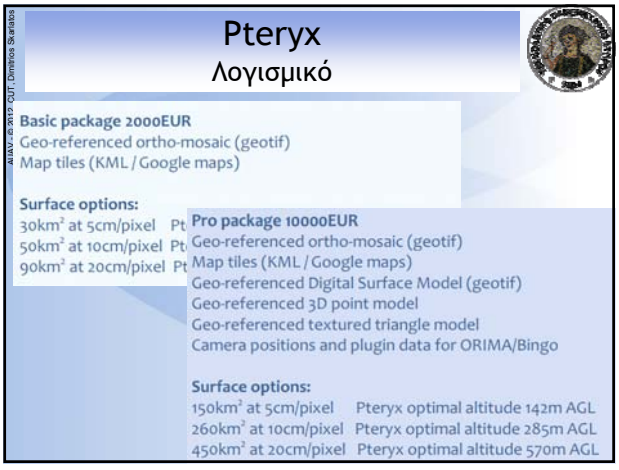
Geocopter

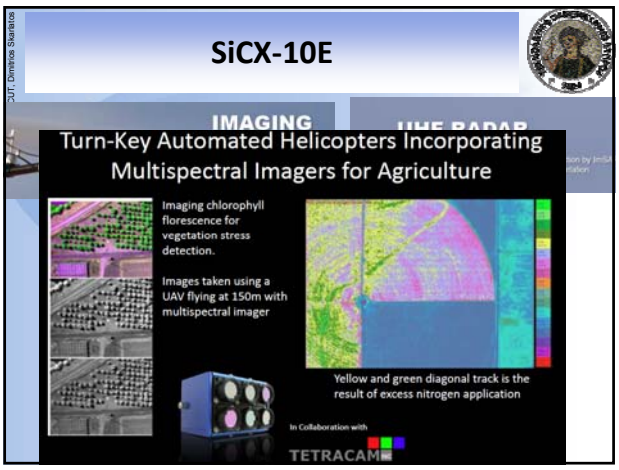
- 290cm length, 90cm height, 330cm rotor span
- Twin turbine running on Jet-A1
- 90 kg MTOW with 44% payload (~39kg)
- Auto take-off, mission & landing
- Official approval from Civil Aviation Authority (NL)

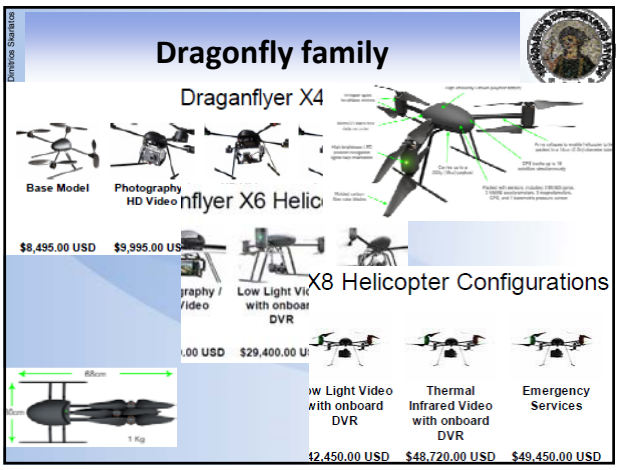

Geocopter
Integrated Pilot Station
GEOCOPTER
Real-time Video
Pilot Screen


Pteryx
portable, wingned UAV, for civiliav use
• MTOW 5kg – <1kg payload
• Flight dur. 120 min.
• Wingspan 240cm
– Transport size 140x40x20cm
• Ceiling 2500m
• Range up to 40km
• Take off by hand
• Landing & flight autonomous
• Cruise speed 45-55km/h
• Landing area ???
8900 €
19900 €
Pteryx photomap after flyby flight pasted into good quality public maps (CNES/Google Earth).


SiCX-10E
SiCX-10E
Unmanned Helicopter System
Enjoy helicopter hover efficiency and tolerance for high winds, a payload budget of 5 lbs or more, AND the convenience of small size and electric power
Specifications
Length 58" (1473.2 mm)
Height 20" (508 mm)
Weight 25 lbs (11.3 kg)
Useful load 10 lbs (4.5 kg)
Engine Electric
Endurance (5 lbs payload) 25 min with 5 min reserve
Max Data & Video Range Line Of Sight
RAPID LAUNCH
Near instant launch into fully stabilized flight with the safety of loss-of-link autonomous landing. No laptop required.
In Partnership with


Pteryx
Λογισμικό
Basic package 2000EUR
Geo-referenced ortho-mosaic (geotif)
Map tiles (KML / Google maps)
Surface options:
30km² at 5cm/pixel
50km² at 10cm/pixel
90km² at 20cm/pixel
Pro package 10000EUR
Geo-referenced ortho-mosaic (geotif)
Map tiles (KML / Google maps)
Geo-referenced Digital Surface Model (geotif)
Geo-referenced 3D point model
Geo-referenced textured triangle model
Camera positions and plugin data for ORIMA/Bingo
Surface options:
150km² at 5cm/pixel Pteryx optimal altitude 142m AGL
260km² at 10cm/pixel Pteryx optimal altitude 285m AGL
450km² at 20cm/pixel Pteryx optimal altitude 570m AGL


SiCX-10E
Turn-Key Automated Helicopters Incorporating Multispectral Imagers for Agriculture
Imaging chlorophyll florescence for vegetation stress detection.
Images taken using a UAV flying at 150m with multispectral imager
Yellow and green diagonal track is the result of excess nitrogen application
In Collaboration with
TETRACAM


Dragonfly family
Draganflyer X4
Base Model
Photography HD Video
$8,495.00 USD
$9,995.00 US
X8 Helicopter Configurations
Low Light Video with onboard DVR
Thermal Infrared Video with onboard DVR
Emergency Services
$29,400.00 U
$48,720.00 USD
$49,450.00 USD

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Λύση με χρήση UAV - Ανταγωνισμός

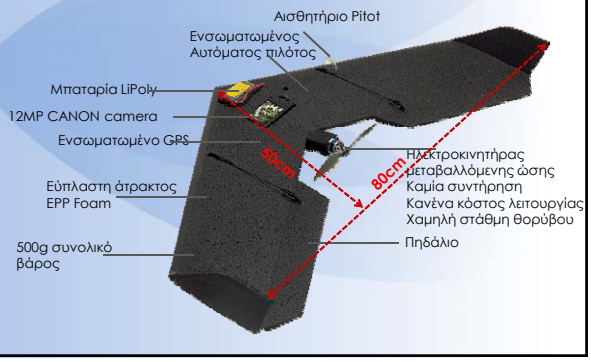
AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Βασικά κριτήρια επιλογής
ανάλογα με την εφαρμογή…

- Ακτίνα δράσης & αυτονομία σε χρόνο
- Φορτίο και αισθητήρες
- Ταχύτητα
- Σύνδεση σε πραγματικό χρόνο (data link) & ακτίνα
- Αντοχή στον άνεμο
- Ελάχιστον χρόνος μεταξύ λήψεων
- Πλήρως αυτόνομη πτήση
- Μέγιστο ύψος πτήσης
- Χώρος απογείωσης & προσγείωσης
- Μέγιστη κάλυψη
- Ευστάθεια
- Ακρίβεια στην λήψη
- Άμεση γεωαναφορά εικόνων
- Επικινδυνότητα
- Κανονισμοί αεροπλοΐας

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Χαρακτηριστικά swinglet CAM



AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Δευτερεύοντα κριτήρια επιλογής;

- Ελάχιστος χρόνος για απογείωση
- Λογισμικό προγραμματισμού πτήσης
- Επίπεδο επεξεργασίας δεδομένων
- Λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων ή υπηρεσία
- Ηλεκτροκινητήρας ή καύσιμο (και ποιο;)
- Συντήρηση & διαθεσιμότητα ανταλλακτικών
- Εκμάθηση & προσωπικό
- Ευκολία μεταφοράς

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Χαρακτηριστικά και αυτοματισμοί

Κατασκευή
- Μικρό βάρος – ακίνδυνο σε πτώσεις
- Ηλεκτροκινητήρας με μεγάλη αυτονομία
- Εύπλαστη άτρακτος εύκολα επιδιορθώσιμη με απλή κόλλα μοντελισμού

Αυτόματος πιλότος και λογισμικό
- Αυτόματη απογείωση και προσγείωση
- Αυτόματο σβήσιμο του κινητήρα κατά την προσγείωση
- Αυτόματη επιστροφή σε περίπτωση χαμηλής μπαταρίας
- Αυτόματη επιστροφή σε περίπτωση ισχυρού ανέμου
- Αυτόματο σβήσιμο του κινητήρα για λήψη φωτογραφίας
- Αυτόματο κλείσιμο της κάμερας κατά την προσγείωση
- Σχέδιο πτήσης στη μνήμη του UAV ώστε να μπορεί να επιχειρεί ανεξάρτητο από τηλεχειρισμό και τηλεμετρία

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skaratos

Μελλοντικά…

- Αυτόνομη πτήση με αποφυγή εμποδίων
- Βελτίωση του βαθμού αυτοματοποίησης προς ένα πλήρως αυτόνομο και αυτόματο χαρτογραφικό εργαλείο (νέα κατηγορία)
- Ολοκλήρωση και άλλων αισθητήρων με δυναμικά μοντέλα (LiDAR & Linear Array Cameras)
- Βαθμονόμηση αισθητήτρων
- Σύζευξη οπτικών αισθητήρων με το GPS/INS για πλοήγηση
- Βελτίωση της ακρίβειας πλοήγησης
- Ανοιχτό λογισμικό
- Νέες εφαρμογές

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skarlatos

Ευχαριστώ !

Η παρουσίαση είναι διαθέσιμη στο

http://photogrammetric-vision.weebly.com/presentations.html

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skarlatos

Βιβλιογραφία I

- Eisenbeib, H., 2009. UAV Photogrammetry. PhD thesis, ETH Zurich, Diss. ETH No 18515.
- Everaerts, J., 2009. New platforms. EuroSDR.
- Blyenburgh, 2008. Unmanned aircraft systems: The current situation. Presentation in EASE UAS Workshop, Paris.
- SwingletCam presentation
- Dragonflyer configuration and pricelist
- Geocopter presentation
- Aibot X6 flyer

AUAV - © 2012, CUT, Dimitros Skarlatos

Βιβλιογραφία II

- VTOL flyer
- Photomod Racurs
- Microdrone flyer
- Pteryx flyer & specification pricelist
- X-100 Gatewing booth loop presentation
- Geoanalysis S.A. flyer
- A. Gruen, 2011, *Advances in UAV Photogrammetry*, International Scientific and Technical Conference "From imagery to map: digital photogrammetric technologies", Sept. 2011, Spain