

POINT CLOUD VIEWER ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΚΩΝ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ

Μαμάτσας Δημήτριος
Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Γεωγραφίας, ΠΜΣ Γεωγραφία και Εφαρμοσμένη Γεωπληροφορική
Mamatsas.D@gmail.com



Εικόνα 1: Η αρχική εικόνα της ιστοσελίδας του διαδραστικού εργαλείου που δημιουργήθηκε για τον σκοπό της παρούσας έρευνας.

Ηλεκτρονική Διεύθυνση: <https://mamatsasdhmtrhs.github.io/>

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Ο σεισμός που σημειώθηκε την 12 Ιουνίου 2017 στην Λέσβο, μεγέθους 6,3 ρίχτερ, που έπληξε το Νότιο άκρο της Νήσου Λέσβου και κυρίως το χωριό Βρίσα, ανέδειξε την ανάγκη για νέες στρατηγικές που αποσκοπούν στην ταχεία χαρτογράφηση και τεκμηρίωση περίπλοκων περιοχών, όπως αστικό περιβάλλον και πληγείσες περιοχές από φυσικές καταστροφές. Σε τέτοιες επείγουσες καταστάσεις θα πρέπει να εξασφαλιστεί η έγκαιρη και αξιόπιστη συλλογή δεδομένων για τον απολογισμό των ζημιών. Η εισαγωγή Drone για φωτογραμμετρικούς σκοπούς καθώς και η χρήση μεθόδων LIDAR έχει αποδειχθεί ότι είναι μια βιώσιμη προσέγγιση όσο αφορά την εξοικονόμηση χρόνου, την ασφάλεια των χειριστών, την αξιοπιστία και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Μπορούν να προσφέρουν μοντέλα πολλαπλών κλιμάκων και υψηλής ακρίβειας. Η παρούσα έρευνα, μελετά την δημιουργία ενός διαδραστικού, ανοικτού κώδικα, εργαλείου για την αξιοποίηση νεφών σημείων από διαφορετικά μέσα που έχουν ληφθεί σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, έτσι ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση και η αξιολόγηση των επιπτώσεων μια φυσικής καταστροφής στο οικιστικό απόθεμα, αλλά και τις μεταβολές που προκύπτουν από τις εργασίες αποκατάστασης των ζημιών.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Laser scanning, Drone, Georeferencing, Sensor-driven, Visualization, Potree

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η οπτικοποίηση γεωχωρικών δεδομένων στο Διαδίκτυο, ιδιαίτερα τρισδιάστατων (3D) δεδομένων, γίνεται όλο και πιο απαραίτητη. Η τρισδιάστατη απεικόνιση γεωχωρικών δεδομένων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές προώθησης του τουρισμού και της πολιτισμικής κληρονομιάς [Junk et al. 2011], να αξιοποιηθεί από αρχιτέκτονες, χωροτάκτες και πολιτικούς μηχανικούς, ως μέσο παρουσίασης των σχεδίων τους στο ευρύ κοινό [Dambruch and Kramer 2014], να οπτικοποιηθούν οι μεταβολές που λαμβάνουν χώρα σε μια περιοχή με την δυνατότητα προβολής τους με χρονική συνέχεια, καθώς και να συμβάλουν στη λήψη αποφάσεων με την δημιουργία πολιτικών μοντέλων [Ruppert et al 2015].

Το Διαδίκτυο είναι το τέλει μέσο για την προβολή και την διάθεση γεωχωρικών δεδομένων στο ευρύ κοινό. Ωστόσο, αρκετά γεωχωρικά δεδομένα όπως είναι τρισδιάστατα μοντέλα κτηρίων, νέφη σημείων μεγάλων περιοχών, δεδομένα φωτογραμμετρίας, σαρώσεις με Laser scanner καθώς και αεροφωτογραφίες που προέρχονται από διαφορετικές πηγές, αποθηκεύονται σε διαφορετικές μορφές και συχνά το μέγεθός τους είναι αρκετά μεγάλο [Kramer and Senner 2015]. Επιπλέον, τα Συστήματα Γεωγραφικών

Πληροφοριών (ΣΓΠ) και οι λοιπές εφαρμογές που επεξεργάζονται τέτοιου είδους δεδομένα έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις και είναι αρκετά σύνθετα στη λειτουργία τους, πράγμα που καθιστά την επικοινωνία τους με το διαδίκτυο πολύπλοκη και ιδιαίτερα απαιτητική.

Υπάρχει αρκετή βιβλιογραφία που να αναφέρεται σε διαδικτυακές υπηρεσίες που να παρέχουν τρισδιάστατα δεδομένα και ποιο συγκεκριμένα τρισδιάστατα γεωχωρικά δεδομένα. Συγχρόνως, υπάρχουν αρκετά λογισμικά ανοικτού κώδικα όπως είναι το OpenLayers¹ και το Leaflet² τα οποία παρέχουν την δυνατότητα, μέσω client-side API's, να οπτικοποιηθούν γεωχωρικά δεδομένα δύο διαστάσεων (2D) σε ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο. Ωστόσο, παρόμοιες εφαρμογές για την οπτικοποίηση τρισδιάστατων (3D) γεωχωρικών δεδομένων είναι σπάνιες και σχετικά νέες. Μια αρκετά εύχρηστη και νέα εφαρμογή για την οπτικοποίηση μεγάλων νεφών σε περιηγητές είναι το Potree³.

Το Potree είναι ένα εργαλείο για την σχεδίαση μεγάλων νεφών σημείων στο διαδίκτυο. Επιτρέπει στους χρήστες να

¹ <https://openlayers.org/>

² <https://leafletjs.com/>

³ <http://potree.org/>

οπτικοποιήσουν δισεκατομμύρια σημεία από LIDAR⁴ δεδομένα ή από δεδομένα φωτογραμμετρίας, σε πραγματικό χρόνο, σε απλά προγράμματα περιήγησης, χωρίς να απαιτεί υπολογιστικά συστήματα υψηλών επιδόσεων. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της οπτικοποίησης νεφών σημείων σε πρόγραμμα περιήγησης ιστού είναι ότι δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να μοιράζονται τα δεδομένα με τους πελάτες ή το ευρύ κοινό χωρίς την ανάγκη εγκατάστασης άλλων εφαρμογών και να μεταφέρονται εκ των προτέρων τεράστιες ποσότητες δεδομένων χωρίς λόγο. Η δυνατότητα οπτικοποίησης μεγάλων νεφών σημείων και η ύπαρξη μιας ικανοποιητικής ποικιλίας εργαλείων μέτρησης, επιτρέπει επίσης στους χρήστες να χρησιμοποιούν, να εξετάζουν, να αναλύουν και να επικυρώνουν τα δεδομένα που συνέλλεξαν σε πραγματικό χρόνο, αποφεύγοντας την χρήση άλλων χρονοβόρων μεθόδων.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζετε η μεθοδολογία με την οποία γεωαναφέρθηκαν νέφη σημείων από δύο διαφορετικές πηγές και από διαφορετικές χρονικές στιγμές. Το πρώτο πακέτο δεδομένων αποτελείται από δεκαέξι νέφη σημείων τα οποία προέρχονται από μετρήσεις Laser scanner λίγο μετά τον σεισμό που έπληξε το χωριό Βρίσα στα οποία αποτυπώνονται οι καταστροφές που προκλήθηκαν μετά τον σεισμό. Το δεύτερο πακέτο δεδομένων αποτελείται από ένα νέφος σημείων, ένα χρόνο σχεδόν μετά τον σεισμό, που προήλθε από φωτογραφίες που ληφθήκαν με πτήση Drone πάνω από το χωριό, και την δημιουργία νέφους σημείων με την μέθοδο της φωτογραμμετρίας. Τελικός σκοπός ήταν να γεωαναφερθούν όλα τα δεδομένα και να δημιουργηθεί ένα διαδραστικό εργαλείο με την δυνατότητα παρατήρησης μεταβολών, με την χρήση νεφών σημείων από διαφορετικές χρονικές στιγμές.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Προκειμένου να δημιουργηθεί το εργαλείο για την παρατήρηση μεταβολών δημιουργήσαμε νέφη σημείων τα οποία προέρχονται διαφορετικές πηγές. Πρώτος στόχος ήταν να γεωαναφερθούν τα νέφη σημείων, ώστε τα νέφη σημείων των σαρώσεων από το Laser scanner να προσαρμόζονται πάνω στο νέφος που δημιουργήθηκε από τις φωτογραφίες που λήφθηκαν με το Drone. Η γεωαναφορά των σαρώσεων του Laser scanner πραγματοποιήθηκε με την μέθοδο Sensor-driven. Έχοντας ολοκληρώσει την γεωαναφορά των σαρώσεων έγινε και η γεωαναφορά του νέφους από την φωτογραμμετρία με την αναγνώριση κοινών σημείων μεταξύ των δύο νεφών. Η μέθοδος Sensor-driven περιγράφεται στην ενότητα 2.1.

Μετά την γεωαναφορά των νεφών χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο PotreeConverter⁵ ώστε να μετατραπούν τα νέφη σημείων σε δομή δεδομένων συμβατά με το Potree. Περισσότερες λεπτομέρειες βρίσκονται στην ενότητα 2.2

2.1 Μέθοδος Sensor-Driven

Η επίγεια σάρωση με Laserscanner (Terrestrial Laserscanning (TLS)) έχει γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής λόγω του γεγονότος ότι παρέχει άμεση, αξιόπιστη και «πυκνή» μέτρηση επιφάνειας σε ένα μεγάλο εύρος αποστάσεων και ανάλυσης. Ωστόσο, όσο ευπροσάρμοστο και αν είναι, ένα σύστημα TLS σπάνια επαρκεί για τη μοντελοποίηση περιοχής, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Για τον συνδυασμό δεδομένων που λήφθηκαν από διαφορετικά σημεία και για να είναι δυνατό να συνδυαστούν ανεξάρτητα δεδομένα μεταξύ τους σε ένα μοντέλο, είναι απαραίτητο τα δεδομένα να είναι γεωαναφερμένα.

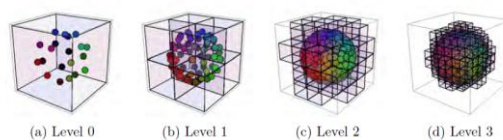
Το πλεονέκτημα της εφαρμογής μεθόδου γεωαναφοράς Sensor-Driven για δεδομένα Laserscanner, είναι η δυνατότητα εξοικονόμησης χρόνου και κόστους, λόγω της άμεσης μέτρησης και αυτοματοποίησης για τον προσδιορισμό της γεωγραφικής θέσης και τον προσανατολισμό κάθε σταθμού. Σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο γεωαναφοράς, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός συνόλου σταθμών, οι προσεγγίσεις που βασίζονται σε αισθητήρες απαιτούν λιγότερο πρόσθετο εξοπλισμό και δεν απαιτούνται σημεία ελέγχου.

Μια απλή και ανέξοδη δυνατότητα για άμεσο προσδιορισμό της θέσης του laser scanner είναι η χρήση ενός απλού GPS. Ο δέκτης GPS είναι στον άξονα του laser scanner και καταγράφει την ακριβή θέση του. Μετά την σάρωση, ο δέκτης GPS τοποθετείται σε τρίποδο πάνω από το σημείο όπου τοποθετήθηκε το Laser scanner. Η ανάλυση της φάσης, οι πληροφορίες που συλλέγονται και η χρήση διαφορικού GPS προσφέρουν μια θεωρητική ακρίβεια 1 cm σε στατική μέτρησης. Οι θέσεις που λήφθηκαν με την χρήση GPS αποδίδονται στο παγκόσμιο σύστημα WGS 84. Αυτά τα σημεία μπορούν να μετατραπούν σε οποιοδήποτε σύστημα συντεταγμένων.

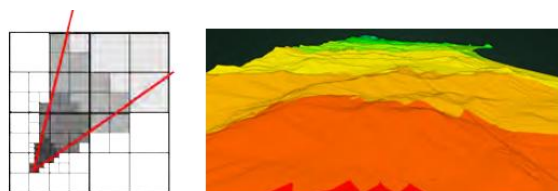
2.1 Λίγα λόγια για το Potree

Το Potree είναι νέο εργαλείο οπτικοποίησης νεφών σημείων, το οποίο έχει την δυνατότητα να αποδίδει νέφη σημείων με εκατοντάδες δισεκατομμύρια σημεία, σε πραγματικό χρόνο, σε συνηθισμένους περιηγητές, αξιοποιώντας την δομή modifiable nested octree (MNO)⁶. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 2, η δομή octree, η οποία περιέχει ένα υπο-δείγμα χαμηλής ανάλυσης στον αρχικό κόμβο και βαθμιαία μεγαλύτερης ανάλυσης υπο-δειγμάτων σε υψηλότερους κόμβους, επιτρέπουν στο Potree να αποδώσει τους μακρινούς τομείς σε χαμηλή ανάλυση και τους τομείς οι οποίοι βρίσκονται στο προσκήνιο με υψηλή ανάλυση, μειώνοντας έτσι τον αριθμό των σημείων που πρέπει να φορτωθούν και να σχεδιαστούν.

Στην Εικόνα 2 βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο αξιολογούνται οι κόμβοι ανάλογα με την θέση τους στην περιοχή θέασης. Οι κόμβοι που βρίσκονται κοντά στον θεατή είναι μεγάλης ανάλυσης, ενώ όσο πιο μακριά τόσο μικρότερη και η ανάλυσή τους. Οι κόμβοι που βρίσκονται εκτός γωνίας θέασης αγνοούνται τελείως.



Εικόνα 2: Κόμβοι χαμηλού επιπέδου (αριστερά) σε σχέση με κόμβους υψηλότερης ανάλυσης. Το κάθε επίπεδο αυξάνει τον αριθμό των σημείων και την λεπτομέρεια



Εικόνα 3: Η γωνία θέασης (αριστερά) αγνοεί τους κόμβους που είναι εκτός από το ορατό πεδίο και ευνοεί αυτούς που βρίσκονται κοντά στον θεατή. Με χρωματική κλίμακα (δεξιά) βλέπουμε τις ίδιες περιοχές ανάλογα με την ανάλυσή τους.

⁴ <https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>

⁵ <https://github.com/potree/PotreeConverter/releases/>

⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Octree>

Αυτή η δομή δίνει την δυνατότητα στο Potree να σχεδιάζει τεράστια νέφη σημείων, σε πραγματικό χρόνο, σε έναν οποιονδήποτε περιηγητή χωρίς να απαιτεί μια τεράστια, σε αντιστοίχιση με συμβατικά προγράμματα επεξεργασίας παρόμοιων δεδομένων, υπολογιστική ισχύ για την σχεδίαση και την επεξεργασία τους.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

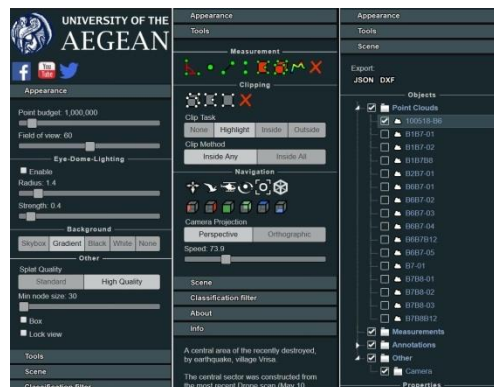
Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά. Τα νέφη σημείων που χρησιμοποιήθηκαν, παρόλο που προήλθαν από διαφορετικά μέσα, λήφθηκαν με διαφορετικές μεθόδους και σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, ενώ κατά την γεωαναφορά τους συνθέσαν με εξαιρετικά μεγάλη ακρίβεια την περιοχή μελέτης. Όπως βλέπουμε στην Εικόνα 1, την αρχική εικόνα της ιστοσελίδας του διαδραστικού εργαλείου που δημιουργήθηκε για τον σκοπό της παρούσας έρευνας, αποτελεί το νέφος σημείων το οποίο δημιουργήθηκε φωτογραμμετρικά από λήψη εικόνων με Drone. Εμφανίζονται τα ονόματα από τα νέφη σημείων του Laser scanner έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιλέξει, από το αντίστοιχο μενού που βρίσκεται στην πλευρική μπάρα, τα νέφη σημείων που επιθυμεί να προβάλλονται κάθε φορά. Στην Εικόνα 4 βλέπουμε μερικά ενδεικτικά μενού επιλογών που προσφέρει η σελίδα που δημιουργήθηκε μέσω του Potree Converter (ο κώδικας της αρχικής σελίδας έχει παραμετροποιηθεί για να προσαρμοστεί στις ανάγκες της έρευνας). Το Potree μας δίνει αρκετά εργαλεία όπως μέτρηση αποστάσεων, μέτρηση εμβαδού και όγκου, αλλά και την δημιουργία τομής σε οποιοδήποτε αντικείμενο με μεγάλη ευκολία. Όσον αφορά την οπτικοποίηση των μεταβολών της πληγείσας περιοχής, ενεργοποιώντας τα αντίστοιχα νέφη σημείων για κάθε τομέα μπορούμε να διακρίνουμε με μεγάλη άνεση τόσο την καταστροφή που υπέστη το κάθε κτήριο αλλά και το πώς μεταβάλλεται η περιοχή με τα έργα αποκατάστασης των ζημιών. Δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα βλέπουμε στην Εικόνα 5. Στις εικόνες βλέπουμε τα αποτελέσματα της κατεδαφίσεως δύο καταστημάτων και την και την απομάκρυνση των μπαζών. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πακέτο δεδομένων που διαθέτουμε μας δίνουν την δυνατότητα να παρατηρήσουμε και την ποσότητα των μπαζών που βρίσκονταν στους δρόμους του χωριού μετά τον σεισμό.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

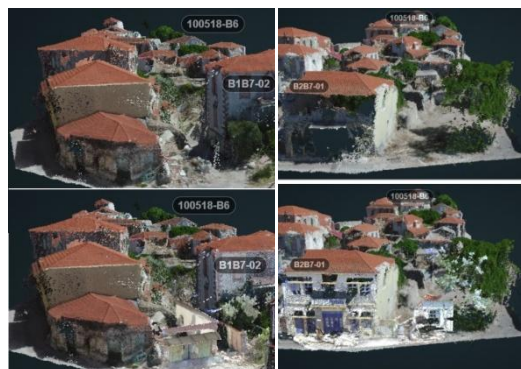
Το δύσκολο κομμάτι για την δημιουργία του διαδραστικού εργαλείου ήταν να βρεθεί μια μέθοδος ώστε να γεωαναφερθούν όλα τα νέφη σημείων που συμπεριλάβαμε στην έρευνά μας και να δημιουργούν ένα ενιαίο περιβάλλον μελέτης. Τα αποτελέσματα της γεωαναφοράς με την μέθοδο Sensor-driven ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά, καθώς δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά προβλήματα όταν τοποθετήθηκαν τα νέφη σημείων από τις σαρώσεις Laser και του νέφους από το Drone στο ίδιο περιβάλλον.

Όσον αφορά την οπτικοποίηση των μεταβολών μπορούμε να πούμε πως είναι εμφανή οι προοπτικές και οι δυνατότητες από ένα τέτοιο εργαλείο (Εικόνα 5). Επίσης, είναι ένα εργαλείο το οποίο μας επιτρέπει να έχουμε μια 4D άποψη της περιοχής, λαμβάνοντας υπόψη στιγμιότυπα της περιοχής από διαφορετικές χρονικές στιγμές. Το εν λόγω εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους φορείς οι οποίοι ενδιαφέρονται να μελετήσουν την πληγείσα περιοχή καθώς ο οποιοσδήποτε χρήστης, με τα εργαλεία της εφαρμογής, έχει την δυνατότητα να κάνει μετρήσεις με μεγάλη ακρίβεια χωρίς να χρειάζεται να μεταβεί στον χώρο. Το ίδιο το εργαλείο απαιτεί μηδαμινή συντήρηση ως εφαρμογή, έτσι, ενημερώνοντας την βάση δεδομένων με νέα δεδομένα επιτυγχάνεται η αποτύπωση του χώρου μέσα στον χρόνο.

Ένα τελευταίο κομμάτι το οποίο δεν καλύψαμε στην παρούσα μελέτη αλλά θα είχε πολύ ενδιαφέρον να δούμε σε επόμενο στάδιο θα ήταν η αναγνώριση-κατηγοριοποίηση όλων των αντικειμένων στην περιοχή και να δίνεται η δυνατότητα προσθαφαίρεσης αντικειμένων κατά το δοκούν. Μια τέτοια εφαρμογή θα αποτελούσε ένα εξαιρετικό εργαλείο για σχεδιασμό και λήψη αποφάσεων.



Εικόνα 4: Ορισμένα ενδεικτικά μενού επιλογών που προσφέρει η σελίδα που δημιουργήθηκε.



Εικόνα 5: (Πάνω εικόνες) Αποτελέσματα αποκατάστασης (Κάτω εικόνες) Αμέσως μετά τον σεισμό

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

DAMBRUCH, J., AND KRAMER, M. 2014. Leveraging public participation in urban planning with 3D web technology.

KRAMER, M., AND SENNER, I. 2015. A modular software architecture for processing of big geospatial data in the cloud. Computers & Graphics. in print.

RUPPERT, T., DAMBRUCH, J., KRAMER, M., BALKE, T., GAVANELLI, M., BRAGAGLIA, S., CHESANI, F., MILANO, M., AND KOHLHAMMER, J. 2015. Visual decision support for policy making – advancing policy analysis with visualization.

RUZINOOR, C. M., SHARIFF, A. R. M., PRADHAN, B., AHMAD, M. R., AND RAHIM, M. S. M. 2012. A review on 3D terrain visualization of GIS data: techniques and software. Geospatial Information Science 15, 2, 105–115.