

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Master of Science

**ASSESSING OPTIMAL UAV-DATA PRE-PROCESSING WORKFLOWS
FOR QUALITY ORTHO-IMAGE GENERATION TO SUPPORT CORAL
REEF MAPPING**

NURUL HIDAYAH BINTI MAT ZAKI

2022

Main Supervisor : Mohammad Shawkat Hossain, Ph.D

Co-Supervisor : Professor Aidy @ Mohamed Shawal Bin M Muslim, Ph.D

Institute : Institute of Oceanography and Environment

The recent advancement of unmanned aerial vehicles (UAVs) has allowed us to acquire ultra-high spatial and temporal resolution imagery for various coastal remote sensing applications. Acquired images are stitched together at the UAV-data pre-processing stage to construct ortho-images before they are classified and interpreted for coral reef mapping. Since ortho-images constructed from UAV acquired images have significant misalignment effects, an optimized and precise workflow (WF) is proposed in this study. Based on the parameters of photo alignment, sparse point cloud model, blending and seamline refinement, the 24 combinations of ortho-image producing methods were tested for multispectral UAV data acquired from the two reefs in Bidong Island. The ortho-images are classified using the three classification algorithms: maximum likelihood (MLC), support vector machine (SVM), and artificial neural network (ANN) to assess the performance of WF for the seven-classes coral growth forms and substrate feature mapping (patch, branching, and tabular coral, wet and dry sand, dead coral/rubble, and rocks). The optimal WF is evaluated from the aspects of the coral mapping accuracy, geometric fidelity, completeness, and efficiency. Statistical error analysis shows that blending and seamline refinement are the most relevant WF components that influence accuracy of

orthorectification and consequently coral reef classification. Ortho-image artefacts such as missing or discontinuity of buoy line was absent in the orthorectified products created by quality WF, which was consistent with coral classification accuracy results. Completeness analysis revealed no significant differences between spatial extent of ortho-image generated by different WFs. Photo alignment had a strong influence ($P < 0.01$) on obtaining a more substantial number of tie points than the other WF components. The optimal WF is found when 'highest' photo alignment, with 'high' tie points in the sparse cloud model are applied in presence of blending and seamline refinements and can achieve 87.9% overall mapping accuracy with SVM. The proposed WF can be used in mosaicking and large-scale mapping of macroalgae/seaweed and seagrass with available photogrammetric software packages.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu
sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Sarjana Sains

**MENILAI ALIRAN KERJA PRA-PEMROSESAN DATA UAV YANG
OPTIMAL UNTUK MENJANA IMEJ ORTHO YANG BERKUALITI BAGI
MENYOKONG PEMETAAN TERUMBU KARANG**

NURUL HIDAYAH BINTI MAT ZAKI

2022

Penyelia Utama : **Mohammad Shawkat Hossain, Ph.D**

Penyelia Bersama : **Professor Aidy @ Mohamed Shawal Bin M
Muslim, Ph.D**

Institut : **Institut Oseanografi dan Sekitaran**

Kemajuan terkini dari pesawat udara tanpa pemandu (UAV) telah membolehkan suatu resolusi ruang dan temporal imej yang ultra tinggi untuk pelbagai aplikasi penderiaan jauh pantai diperolehi. Imej yang diperolehi digabungkan bersama pada peringkat pra-pemprosesan data UAV untuk membina suatu imej orto sebelum ia boleh dikelaskan dan ditafsirkan untuk pemetaan terumbu karang. Oleh kerana imej orto yang dibina daripada UAV yang diperolehi mempunyai kesan kesalahan penjajaran yang ketara, maka aliran kerja (WF) yang optimum dan tepat dicadangkan dalam kajian ini. Berdasarkan parameter-parameter seperti penjajaran foto, model awan titik jarang, pengadunan dan garis kelim, 24 kombinasi kaedah penghasilan imej orto telah diuji untuk data UAV berbilang spektrum yang diperolehi daripada dua terumbu di Pulau Bidong. Imej orto dikelaskan menggunakan tiga algoritma pengelasan: '*maximum likelihood*' (MLC), '*support vector machine*' (SVM), dan '*artificial neural network*' (ANN) untuk menilai prestasi WF bagi tujuh kelas bentuk pertumbuhan karang dan pemetaan ciri-ciri substrat (tompokan, bercabang, dan karang meja, pasir lembap dan kering, karang mati/rubel dan batu). WF yang optimum dinilai

dari aspek ketepatan pemetaan terumbu karang, kesalingan geometri, kesempurnaan, dan keberkesanan. Analisis statistik ralat menunjukkan bahawa pengadunan dan penghalusan garis kelim adalah komponen WF yang paling relevan yang mempengaruhi ketepatan ortorektifikasi dan seterusnya klasifikasi terumbu karang. Artifak imej orto seperti hilang atau ketakselajaran garisan pelampung tidak terdapat dalam produk yang telah diperbetulkan yang dicipta oleh WF yang berkualiti, konsisten dengan keputusan ketepatan klasifikasi karang. Analisis kesempurnaan mendedahkan bahawa tiada signifikan ketara antara tahap ruang imej orto yang dihasilkan oleh WF yang berbeza. Penjajaran foto mempunyai pengaruh yang kuat ($P < 0.01$) untuk mendapatkan bilangan titik pengikat yang lebih besar, berbanding dengan komponen WF yang lain. WF yang optimum didapati apabila penjajaran foto 'tertinggi', dengan titik pengikat 'tinggi' dalam model awan titik jarang digunakan dengan kehadiran pengadunan dan penapisan garis kelim dan dapat mencapai ketepatan keseluruhan pemetaan sebanyak 87.9%. WF yang dicadangkan boleh digunakan dalam memozek dan pemetaan makroalgae/rumpai laut berskala besar dan rumput laut dengan pakej perisian fotogrametrik sedia ada.