

UPOTREBA WEB KAMERE U ASTRONOMIJI

Priradio: dr. sc. Željko Andreić

Što je web kamera?

Web kamera je kompletna mala TV kamera koja pod kontrolom računala može snimati slike i filmove koji se pohranjuju direktno u računalo. Svakodnevno na tržište dolaze novi modeli, no zajedničke karakteristike svih su da posjeduju matrični detektor slike koji omogućava snimanje s rezolucijom do 640x480 piksela. Što je piksel? Zamislite da je cijela slika podijeljena na male kvadratiće koji su svi jednake veličine, a svaki od njih ima svoju boju i svjetlinu. Svaki takav kvadratić naziva se piksel, a to ime je u stvari skraćenica izvedena iz engleskih riječi *picture element* (hrv. djelić slike). Piksel je stručni naziv za najmanji element slike u digitalnom obliku, a slika se gradi slaganjem piksela u redove i stupce, tako da je ukupni broj piksela umnožak broja redova i broja stupaca, u našem slučaju $640 \times 480 = 307\ 200$. Web kamere za današnje pojmove imaju prilično malen broj piksela, pa dobivena slika nije velike kvalitete, ali je sasvim upotrebljiva za prikazivanje na računalu ili webu, čemu je u stvari ovakva kamerica i namijenjena. Najjeftinije kamere rade sa još manjom rezolucijom, obično 320x240 piksela, a najskuplje mogu raditi pojedine slike i sa većom rezolucijom, a uz to omogućavaju i istovremeno snimanje tona.



Slika 1. Nekoliko modela web kamera koje se mogu naći na našem tržištu. Za astronomsku upotrebu posebno su zanimljive posljednje dvije, Logitech 4000 pro serija i Philips Vesta pro serija.

Svaka web kamera sastoji se od kućišta u kojem se nalazi detektor slike zajedno s pripadajućom elektronikom i objektivom, te priključnog kabla kojim se kamera povezuje s računalom. Uz kameru se isporučuju i programi potrebni za njen pogon i kontrolu putem računa, a često i mnogi dodatni korisni programi za spremanje i obradu slika i filmova snimljenih tom kamerom. Velika prednost web kamere pred svim ostalim vrstama digitalnih fotoaparata i kamera je njena pristupačna cijena (ovisno o modelu od oko 100 do nešto preko 1000 kuna), prateći programi koji su potrebni za njeno korištenje a koji svi dolaze zajedno sa kamerom i relativno jednostavna prilagodba snimanju kroz teleskop. Glavni nedostatak je svakako malena dimenzija njenog detektora (chip-a), koja se obično kreće oko 2,7x3,6 mm (za usporedbu, veličina standardne slike na filmu kod većine fotoaparata je 24x36 mm) i relativno loša kvaliteta pojedinačnih slika.

Može li se standardnom web kamerom snimati nebo?

Da bi na tako mali detektor mogli uhvatiti vidni kut sličan onom kod fotoaparata (obično oko 45 stupnjeva), žarišna daljina i time fizički promjer leća objektiva kod web kamere vrlo je malen. Promjer leće rijetko je veći od 1 ili 2 mm, pa kad se i brzina snimanja maksimalno smanji, vrijeme osvjetljavanja svake pojedine slike (ekspozicija) nije duže od oko 0,1 sekunde. Zato je moguće

zabilježiti samo najsjajnije nebeske objekte: Mjesec te planete Veneru, Jupiter, Saturn i Mars kada je blizu opozicije, te eventualno nekoliko najsjajnijih zvijezda. Za snimanje Sunca, kao i kod svih drugih tehnika snimanja i gledanja naše najbliže zvijezde, potreban je specijalni filter za smanjenje količine svjetla.

Mjesec će zbog vrlo male žarišne daljine objektiva web kamere izgledati kao vrlo sjajna zvijezda. Neke zanimljive pojave ipak možemo zabilježiti, npr. konjunkcije Mjeseca i planeta.



Slika 2. Konjunkcija Mjeseca i Venere snimljena Logitech QC3000 pro web kamerom. Brzina snimanja smanjena je na 4 slike u sekundi, a pojačanje i ekspozicija su povećani na njihove maksimalne vrijednosti. Snimljen je film dug 15 sekundi, čije pojedinačne slike su zbrojene i obrađene programom Registax (vidi dio o obradi slika!).

Web kamera s originalnim objektivom može zabilježiti samo najsjajnije zvijezde. Ovisno o modelu kamere granična zvjezdana veličina kreće se između 1 i -2. Zanimljivo je da je moguće zabilježiti najsjajnije umjetne satelite, npr. bljeskove Iridium satelita koji mogu dosegnuti sjaj do -7 zvjezdane veličine. To ujedno znači da je moguće zabilježiti i sjajne bolide, ali nemojmo zaboraviti da su oni izuzetno rijetki.

Montaža web kamere na teleskop

Da bismo mogli snimati kroz teleskop, moramo s web kamere skinuti njen objektiv, a samu kameru montirati na mjesto okulara teleskopa. Kamera je ispravno namještena (izoštrena) kad se njen čip nađe u žarišnoj ravnini teleskopa. Način skidanja objektiva ovisi o tipu kamere. Kod nekih je modela dovoljno odviti objektiv do kraja, no većina web kamera posjeduje graničnik koji to ne dozvoljava. Kod takvih kamera mora se otvoriti njeno kućište, odviti objektiv i kućište ponovno sastaviti. Kako se radi o osjetljivom elektroničkom uređaju treba rastavljanje i ponovno sastavljanje raditi pažljivo. Upute za pojedine modele koji se u astronomiji koriste mogu se naći na internetu, no iskusan će samograditelj, ili stručnjak za elektroniku, bez tih uputa lako rastaviti kameru. Prije dodirivanja njenih unutrašnjih dijelova, preporučuje se sa obje ruke dotaknuti neki veći metalni predmet, slavinu ili radiator, kako bi se eventualni statički naboj sakupljen na našoj odjeći i koži ispraznio prije nego što dotaknemo kameru. Naglo izbijanje statičkog naboja preko osjetljive elektronike kamere (i većine ostalih modernih elektroničkih uređaja) može potpuno uništiti kameru. Zato oprez!

Na kameru je najbolje montirati adapter koji omogućava njeno umetanje u okularni tubus teleskopa. Vještije osobe adapter mogu izraditi sami od kartona ili plastike, a oni manje vješti morat će ga nabaviti ili kameru na neki drugi način učvrstiti na okularni tubus teleskopa. Pri tome je zaista važno da kamera bude čvrsto montirana jer i najmanji pomak izaziva gubitak oštine slike. Ako kamera ima navoj za standardni fotografski vijak, može se i on upotrijebiti za učvršćivanje kamere na okularni tubus teleskopa.



Slka 3. web kamera s adapterom za okularni tubus teleskopa

Snimanje kroz teleskop

Kod snimanja kroz teleskop kamera se umjesto okulara umeće u okularni tubus teleskopa. Kako su pikseli kod web kamere vrlo maleni, najčešće samo 5,6x5,6 mikrometara, izoštravanju slike treba posvetiti veliku pažnju jer i najmanji pomak kamere dovodi do primjetne neoštine slike. Kod snimanja je kameru najbolje kontrolirati njenim originalnim programom, pri čemu treba isključiti automatsko podešavanje svjetline slike, jer ono zakazuje kod malih objekata i najčešće dovodi do preosvjetljavanja. Isto tako je dobro isključiti automatsko podešavanje bjeline (white-balance) i postaviti ga na danje svjetlo (daylight) jer ta postavka najbolje odgovara nebeskim objektima. Fino podešavanje slike radi se kasnije, kod obrade snimljenog materijala.

Izoštravanje je najbolje napraviti na slikama objekata poput Mjeseca, nekog sjajnijeg planeta ili sjajnije zvijezde, pri čemu treba voditi brigu o ispravnoj svjetlini slike. Kod Mjeseca i planeta lako se vidi da li je slika pretamna ili presvijetla, pa se komandama kamere svjetlina može popraviti. Kod zvijezda je to znatno teže, jer neoštra zvijezda izgleda kao neoštri kružić, a kad se oština popravlja, kružić se smanjuje i postaje sve svjetliji. Dođe li kod toga do preosvjetljavanja, slika zvijezde će se "preliti" u susjedne piksele i izgledat će veća nego što to u stvarnosti je, a fino izoštravanje bit će nemoguće. Dakle kod izoštravanja na zvijezdama treba pratiti svjetlinu zvijezde na slici i po potrebi smanjiti svjetlinu slike.

Sljedeća stvar o kojoj treba voditi računa je brzina snimanja (broj slika u sekundi koje kamera uzima). Iako program kamere nudi velike brzine, ovisno o računalu stvarna je brzina snimanja često puta samo nekoliko slika u sekundi, a nedostajuće slike zamjenjuju se kopijom prethodne slike. Može nam se dakle dogoditi da u filmu koji smo snimali sa brzinom od 30 slika u sekundi imamo 25 ili više kopija jedne te iste slike! Ja obično snimam sa brzinom između 3 i 5 slika u sekundi i još uvijek nalazim ponovljene slike u spremljenom zapisu. Broj dvostrukih slika najlakše odredimo pregledavanjem snimljenog filma sliku po sliku, o čemu će biti riječi kod obrade snimljenog materijala.

Vidno je polje kod snimanja kroz teleskop vrlo malo i otprilike odgovara onome što kroz isti taj teleskop vidimo okularom žarišne daljine od 5 mm. Zato se ovaj način snimanja uglavnom koristi za objekte Sunčevog sustava. Kod Sunca i Mjeseca obično možemo snimiti samo manji dio diska, pa se snimaju detalji, ili se cijeli disk snima dio po dio. Dobivene slike kasnije se spajaju u tzv. mozaik. Planeti bez problema stanu na sliku, a da bismo iskoristili punu razlučnu moć objektiva, moramo njegov f-broj podići na 15 do 30. To se uglavnom postiže umetanjem dobre barlow leće ispred kamere, rjeđe okularnom projekcijom. Pri tome nažalost svjetlina slike naglo pada pa smo kod ovakvog načina snimanja uglavnom ograničeni na sjajnije planete (Merkur, Venera, Mars, Jupiter i Saturn).

Montaža i snimanje kroz fotografske objektivne

Jedini način da povećamo dio neba koji možemo snimiti web kamerom je da smanjimo žarišnu daljinu objektiva ispred nje. Da bi Mjesec stao na jednu sliku, žarišna daljina ne smije biti veća od oko 250 mm! Imamo li dobro tražilo, možemo web kameru montirati na njega, ali uglavnom ćemo se morati poslužiti fotografskim objektivima. Problem je ovdje da je ravnina slike kod većine fotografskih objektiva (ovisno o tipu kamere za koji su bili namijenjeni) oko 40 mm iza kućišta objektiva. U taj prostor mora stati nekakav držač web kamere i sama kamera, pa je uglavnom potrebno koristiti posebno izrađene držače koji su kompaktni.



Slika 4. web kamera sa kratkim adapterom za 32 mm okulare i isto tako kratki adapter za 32 mm okulare koji se može naviti na fotografski objektiv s M42 navojem (Praktica, Zenit i neke japanske kamere koristile su ovaj standard a rabljeni objektiv i još se mogu povoljno nabaviti) te 200 mm fotografski objektiv.

Velika prednost modernih programa za obradu slike je mogućnost kompenzacije pomicanja slika, pa je s objektivima žarišne daljine do oko 1000 mm moguće snimati i fiksnim teleskopom (dakle bez praćenja!). Sljedeća dva primjera zorno pokazuju što se ovako jednostavnom postavom može napraviti.



Slika 5. fotografski objektiv s web kamerom u priručnom drvenom držaču. Paralelno sa objektivom montirano je malo tražilo koje omogućava lakše nalaženje objekata.



Slika 6. Mjesec snimljen postavom prikazanom na slici 5, koja je bila montirana na fotografski stalak.

Obrada i dotjerivanje slike

Ponovimo još jednom. Kod samog snimanja kameru kontroliramo programom koji smo uz nju dobili, a koji će kao krajnji rezultat na naše računalo spremiti mali film, obično u tzv. avi formatu. Brzinu snimanja prilagodimo mogućnostima našeg računala, obično 3-5 slika u sekundi za veličinu pojedine slike od 640x480 piksela. Dobro je i zadati trajanje svakog filma. Kako u kasnijoj obradi kvalitetu slike popravljamo zbrajanjem pojedinih slika iz snimljenog filma (tzv. stack), treba nam barem 20tak slikica. S druge strane, što više slika to bolje, ali moramo voditi računa o dvije stvari: dužina snimanja određena je brzinom promjene izgleda objekta koji snimamo. Tako se kod Jupitera već nakon 1 minute primjećuje njegova rotacija, slično i kod Saturna. Kod Marsa, Venere, Merkura ili Mjeseca imamo puno više vremena na raspolaganju. Ne zaboravimo ni to da je trajanje obrade snimljenog materijala proporcionalno njegovoj dužini. Dobar izbor je trajanje pojedinog filma od 15-60 sekundi.

Prije samog snimanja pažljivo izoštrimo sliku promatrajući na ekranu računala sliku koja dolazi iz kamere, uz istovremeno lagano pomicanje mehanizma za izoštravanje teleskopa. Kad je slika oštra, podesimo svjetlinu i kontrast slike i pristupimo snimanju. Pri tome pazimo da kablom kamere ne izazovemo trešnju teleskopa ili pomicanje kamere koje može uništiti oštrinu slike. Pažljivo zapišimo sve okolnosti snimanja i parametre koje smo u programu kamere podesili.

Po završetku snimanja možemo pristupiti obradi snimljenog materijala. Pogledamo li snimljeni film, uglavnom ćemo biti razočarani kvalitetom slike. I zaista, pojedine slike snimljene web kamerom uglavnom su loše kvalitete. No, kombiniranjem većeg broja slika i dodatnom obradom mogu se dobiti iznenađujuće dobri rezultati, kao što to pokazuje slika na kraju ovog teksta.

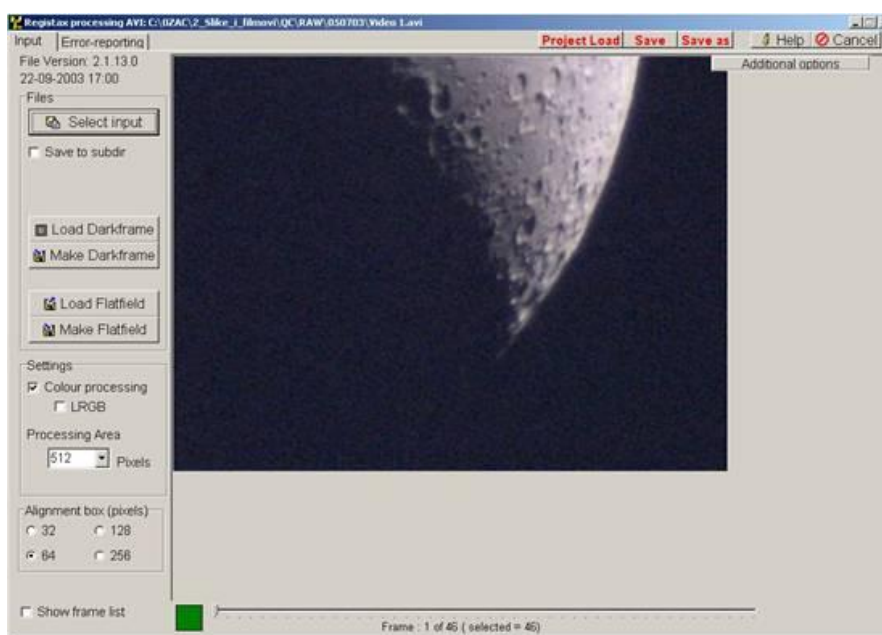
Za obradu snimljenih filmova postoji nekoliko programa, a za preporučiti je program Registax koji je tzv. freeware, tj. besplatan je za nekomercijalnu upotrebu. Najnoviju verziju programa možete naći na sljedećoj internetskoj adresi:

<http://registax.astronomy.net/>

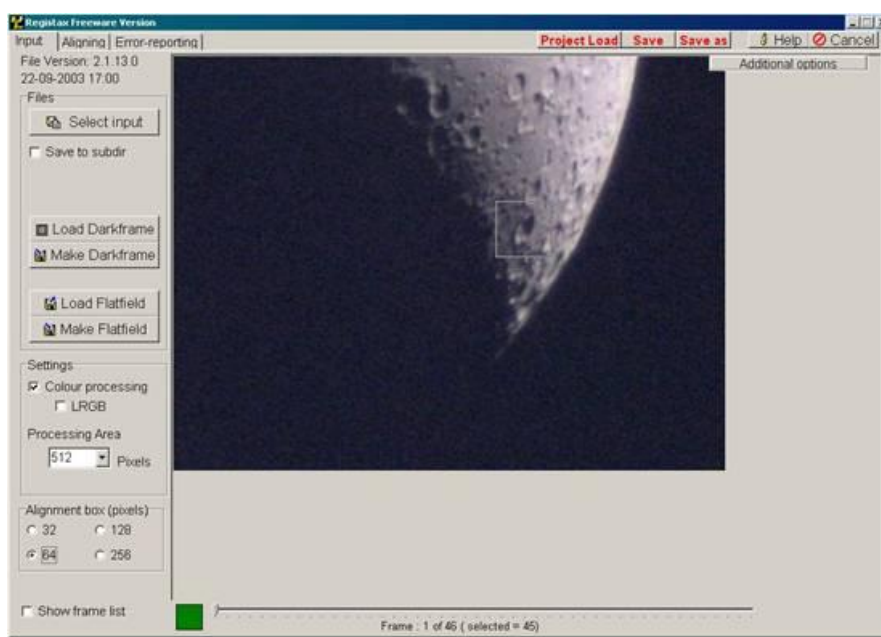
Registax je prilično složen program velikih mogućnosti, a velika prednost mu je da posjeduje i tzv. automatsku obradu filmova. Ona omogućava i početnicima da brzo dođu do sasvim dobro obrađenih slika. Krenimo zato od početka. Kod pokretanja, Registax se otvara u ovakvom prozoru



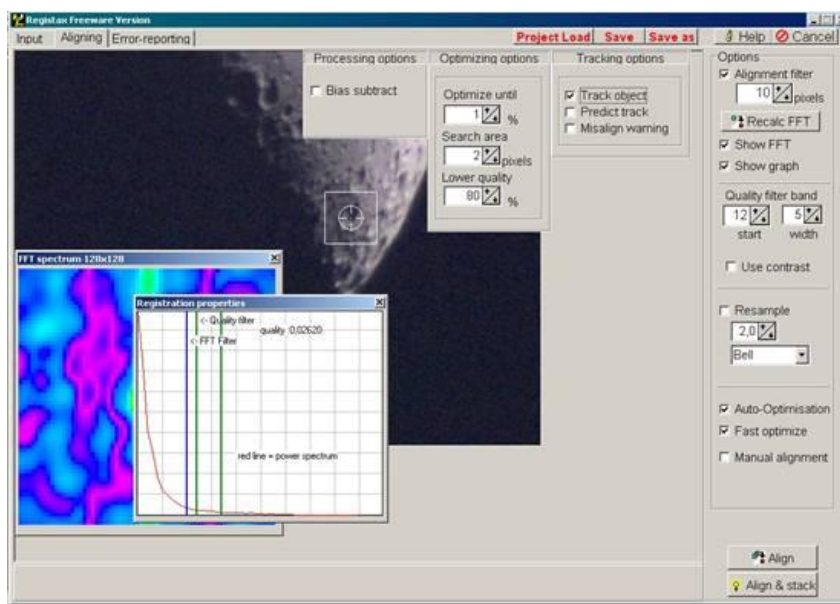
Da bismo mogli obraditi neki film, potrebno ga je prvo otvoriti, što postižemo klikom na "Select input" gumb programa. Pojavit će se standardni prozor za traženje fajlova uz pomoć kojeg nađemo željeni film i učitamo ga u program. Kad smo to napravili, prva slika filma pojavi se na ekranu uz informacije o filmu ispod nje.



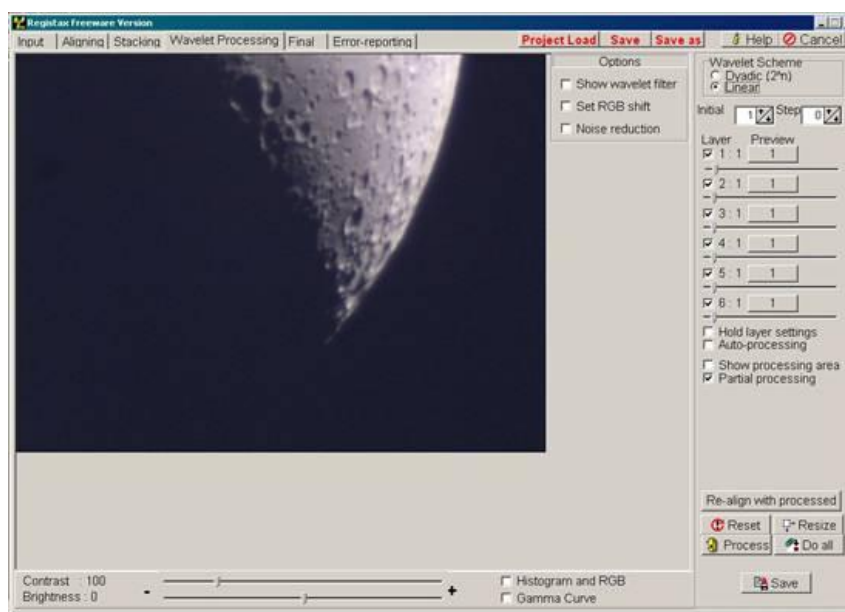
Obrada filma počinje odabirom kućice za namještanje. Registax naime uspoređuje pojedine slike filma i uklanja pomake koji između njih postoje. Ovo je izuzetno važna mogućnost jer omogućava slaganje slika i kod trešnje teleskopa. Pojedine slike pomiče amo tamo, a može i zamijeniti praćenje ako žarišna daljina teleskopa nije prevelika (do otprilike 1000 mm). Moguće je dakle snimati i bez praćenja i svejedno pojedine slike filma spojiti u jednu. No zašto se to radi? Pregledom snimljenih filmova uočite da njihova kvaliteta nije baš najbolja. Slike su poprilično šumovite (to je stručni naziv za male razlike u boji i svjetlini susjednih piksela, koje dolaze od nesavršenosti same kamere - popularno se nazivaju i "snijeg").



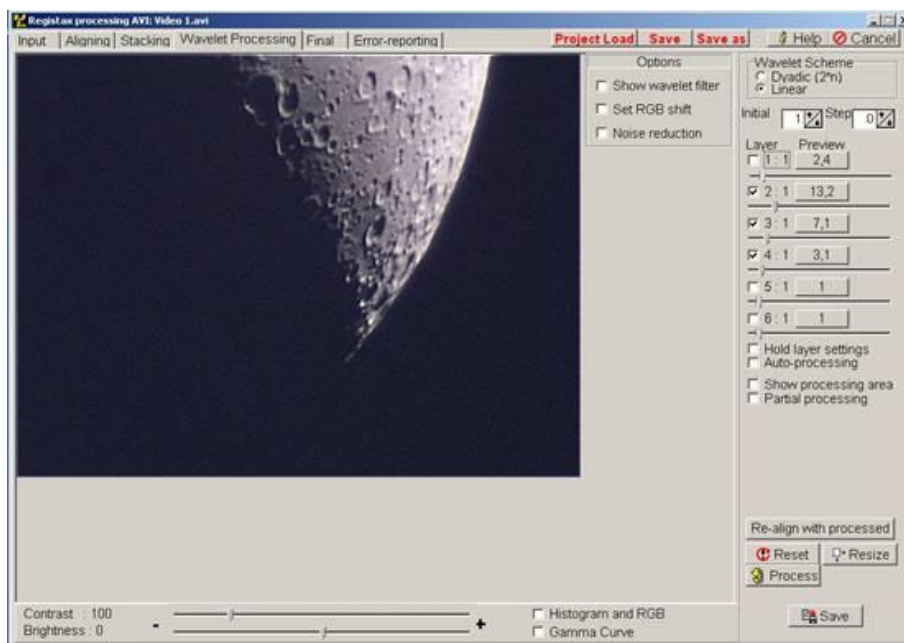
Uz to, kontrast je loš, a dobar dio slika obično mutan zbog titranja zraka. Sve to može se donekle popraviti spajanjem (zbrajanjem) više slika u jednu, pogotovo ako se odaberu najbolje slike, što Registax u dobroj mjeri može napraviti automatski. Odabirom kućice za namještanje pokazujemo na slici neki njen istaknuti dio (npr. na donjoj slici jedan od kratera u blizini terminatora), koji će Registax koristiti da sve slike točno namjesti jednu na drugu. Bez toga bi zbrajanje potpuno zamutilo krajnju sliku. Kućicu odabiremo tako da mišem pokazivač dovedemo na željeni objekt i kliknemo na njega. Primijetite kako je oko objekta naznačen oblik i veličina kućice: Kad smo odabrali kućicu za namještanje, Registax nam otvara nove mogućnosti za obradu slike. Primijetite nove gumbe u desnom donjem dijelu prozora:



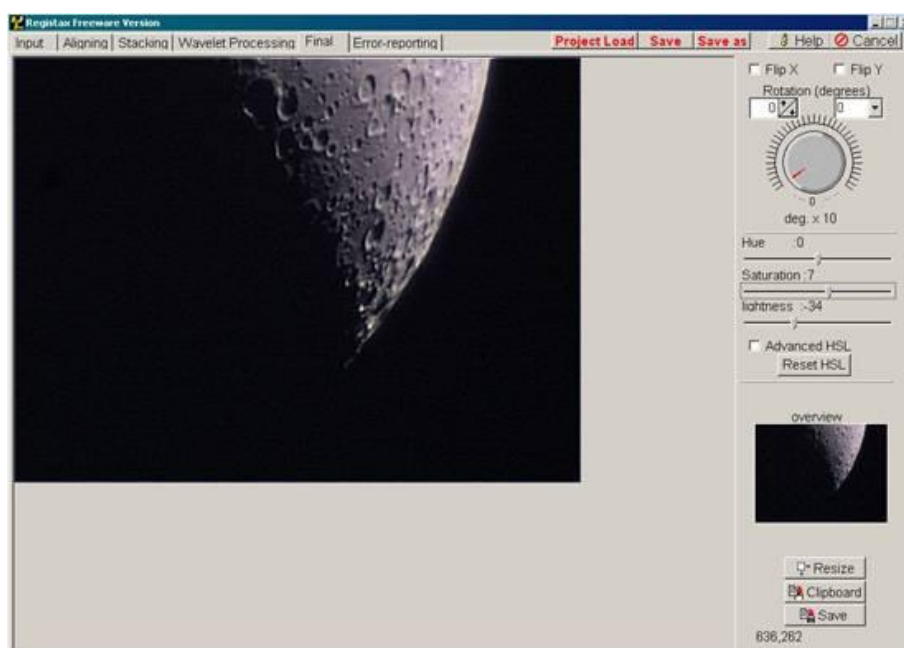
Za početak nas zanima onaj donji, "Align & stack" gumb. Pritiskom na njega pokrećemo potpuno automatsko namještanje i slaganje slika i možemo mirno čekati krajnji rezultat. Želimo li više kontrole nad procesom obrade, moramo pritisnuti gornji ("Align") gumb, i onda daljnjim komandama voditi Registax kroz cijeli postupak. Mi ćemo zasada koristiti donji gumb, a detaljne informacije o svim mogućnostima Registaxa možete naći u help-u samog programa ili na njegovoj web stranici. Po završetku automatske obrade pojavljuje se sljedeći ekran:



Vidimo da je i ovako automatski obrađena slika znatno bolja od pojedinih sličica u filmu. Pritiskom na gumb "save" možemo je spremiti u ovom obliku, no Registax nam nudi i dodatnu obradu i popravljavanje završne slike. Ovaj dio obrade moramo napraviti sami. Pri tome se moramo igrati klizačima uz desni rub prozora. Oni kontroliraju tzv. wavelet slojeve slike, kojih u ovom slučaju ima 6. Prvi sloj odgovara najsitnijim, a šesti najkrupnijim detaljima na slici. Da bi se oštrina slike popravila, treba istaknuti sitnije detalje. Pri tomu obično prvi sloj ne treba dirati jer on uglavnom opisuje detalje veličine jednog do dva piksela, a tu uglavnom spada šum. Pojačat ćemo dakle 2 i 3 sloj, otprilike ovako



I ovdje možemo pritiskom na "Save" gumb spremiti sliku. Primijetite kako je slika postala oštrija ali i šumovitija. Prvi je sloj uklonjen (isključen) a daljnje pojačanje slojeva 2 i 3 samo povećava šum, pa u ovom slučaju to nema smisla. Ovdje nema nekih općih pravila, već se od slike do slike treba poigravati klizačima i gledati njihovo djelovanje na sliku. Kontrast i svjetlinu slike možemo dodatno dotjerati klizačima na dnu prozora.



Prije samog kraja kliknite na "Final" oznaku uz gornji rub prozora. Otvara se zadnji ekran koji omogućava fino dotjerivanje slike.

Komande u gornjem desnom dijelu omogućavaju finu rotaciju i zrcaljenje slike, no njih zasad nećemo koristiti. Uz pomoć tri klizača (hue= nijansa boje, Saturation=jakost boja i lightness=svjetlina slike) možemo popraviti izgled same slike. Prvi (hue) nam omogućava da dobijemo prirodne boje u slici, drugi (saturation) mijenja jačinu (zastupljenost) boja, a zadnji mijenja ukupnu svjetlinu slike. Kod gornje slike svjetlina je smanjena da se dobije prirodno tamno nebo, dok ostale dvije komande u slučaju Mjeseca nemaju puno utjecaja jer je on praktički siv. I na kraju, evo usporedbe jedne slikice iz našeg filma i krajnjeg rezultata obrade:



Impresivno, zar ne?

Za sam kraj, evo jednog mozaika kojeg je od 30-ak snimaka složila Doroteja Andreić. Mjesec je sniman kroz teleskop otvora 63 mm i žarišne daljine 840 mm, a slike pojedinih dijelova Mjeseca rezane su i spajane uz pomoć Microsoft Photo Editora i Paint programa.

