GRAU EN OPTICA I OPTOMETRIA

FOTOGRAFIA ANALÒGICA, DIGITAL I PROCESSOS HÍBIRDS

RESUM EXTENS

Considerant la meva afició per la fotografia, y la dualitat fotogràfica analògica-digital, sempre he tingut interès en realitzar un anàlisi exhaustiu que m'aportés informació determinant per a l'elecció del sistema fotogràfic que permetés resultats amb la major qualitat òptica o d'acabat.

Davant d'aquesta dualitat de sistemes fotogràfics existents, aquest treball planteja l'estudi dels procediments analògic i digital, així com l'exploració del procés híbrid com a mètode alternatiu per a l'obtenció de resultats fotogràfics d'alta qualitat, duent a terme una combinació de tots dos sistemes òptics i la seva anàlisi de resultats.

Per dur a terme aquest treball, s'han utilitzat els següents materials: una càmera digital (Nikon D700), una càmera analògica (Nikon FM2), ambdues amb el mateix objectiu de focal fixa (AF Nikkor 1/1.4D de Nikon), un escàner de negatius (Nikon Super Coolscan 9000ED), i s'ha fet us d'un laboratori fotogràfic propi amb el material corresponent per al revelatge de les pel·lícules emprades.

Principalment, la gran diferència entre el registre analògic i el digital, radica en el registre de la llum: el primer es tracta d'un sistema de registre per sensibilitat a l'acció química de la llum (pel·lícula) i el segon es tracta d'un sistema per sensibilitat a estimuladors elèctrics (sensor). En el procés analògic, l'obtenció de la imatge final no és directa, sinó que el component fotosensible (la pel·lícula) ha de patir un procés químic anomenat revelatge que permetrà obtenir les imatges en negatiu. Un cop obtingut el negatiu s'obté la imatge positiva mitjançant el procés de positivat (directe o per ampliació), que també haurà de patir un procés químic similar al del revelatge del negatiu.

Entenem per procés híbrid la transformació de les imatges analògiques obtingudes en format digital, ja sigui a través d'una càmera fotogràfica o d'un escàner. El punt de partida és el registre químic mencionat anteriorment: es pot partir de la imatge negativa, en pel·lícula, o de la imatge positiva, en paper. El fotograma de la imatge negativa es sotmet al procés de digitalització i obtenció d'aquest format en format numèric/digital.

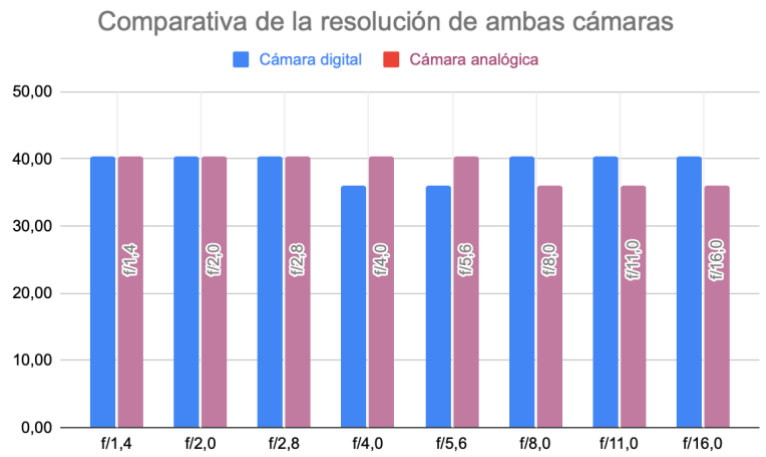
La comparació de dues imatges i l'avaluació subjectiva de les seves similituds i diferències permet establir un criteri de qualitat que ens indica si una imatge és millor o té més qualitat que una altra. Aquest tipus de decisions estan limitades per la subjectivitat de l'avaluador, sent precís establir criteris objectius per a la mesura de la qualitat de la imatge fotogràfica. Aquesta qualitat percebuda és el resultat d'una complexa interacció entre les respostes del sistema

visual i una varietat d'atributs de la imatge. Amb la finalitat de comparar la qualitat de les imatges mitjançant aquests processos, en primer lloc s'ha realitzat una mesura qualitativa subjectiva de la qualitat de les imatges obtingudes mitjançant la comparació visual d'una sèrie d'imatges que contenen una mateixa escena, capturades mitjançant el procés digital i l'híbrid.

Entre els diferents factors que afecten a la qualitat de la imatge, destaquen: les aberracions del sistema òptic, la difracció de la llum, el poder de resolució del sistema, la funció de transferència de modulació (MTF), la relació senyal/soroll, etc. En aquest treball ens hem centrat, sobretot, en la mesura del rang dinàmic, la mesura del poder de resolució i la mesura de la funció de transferència de modulació.

En primer lloc, es defineix el rang dinàmic com la capacitat que té un sensor per capturar un rang de luminàncies d'una escena: el ventall de lluminositats comprès des de les zones més fosques fins les més clares. En una càmera fotogràfica, el rang dinàmic ve donat per intervals de passos de llum o valor d'exposició (EV); com més gran sigui aquest valor, major tonalitat es podrà captar en la imatge. El rang dinàmic d'una càmera es mesura fotografiant el test de *Stouffer*, a partir de la OECF, mitjançant els valors de cada nivell de gris. Un cop analitzada la OECF obtinguda per a la càmera digital i per al procés híbrid, s'ha obtingut que per a la digital, el número de valor d'exposició és de 12,3 EV, i per al procés híbrid és de 9EV; per tant, el rang dinàmic de la càmera digital és major que el del procés híbrid.

En segon lloc, per poder estimar la resolució d'una imatge, s'ha fotografiat una carta constituïda per un conjunt de línies blanques i negres de gruix idèntic que van disminuint de mida (freqüència espacial), aquesta carta s'anomena test USAF. El poder de resolució es mesura en parells de línies per mil·límetre (lp/mm), equival a una barra negra en un espai blanc. Qualitativament, la resolució d'un sistema es defineix com la combinació de grup i element que es troba directament abans de que les línies comencin a difuminar-se. Els resultats obtinguts han estat els següents:

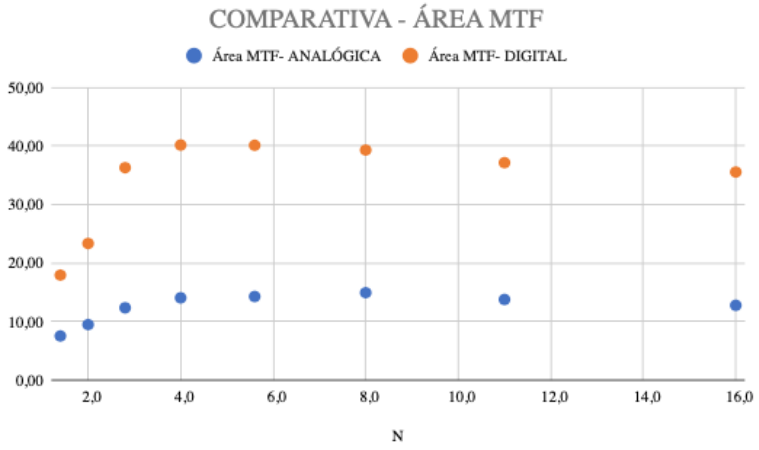


A la vista dels resultats es pot observar que el poder de resolució és major a la càmera digital, encara que cal remarcar la subjectivitat que comporta segons la interpretació de l'observador, així com els factors que influeixen en la digitalització de la imatge.

En tercer lloc, s'ha mesurat la funció de transferència de modulació (MTF). Mentre que el poder de resolució informa sobre la capacitat d'un sistema per a resoldre detalls petits, la MTF mostra el contrast retingut en la imatge per a aquests detalls. La seva representació gràfica representa el contrast retingut en la imatge en funció de la freqüència. La MTF s'expressa respecte la resolució de la imatge (lp/mm) i el contrast (%). Normalment, a mesura que augmenta la

resolució, el contrast disminueix fins a un punt de tall en el que la imatge es torna irresoluble i gris. La difracció de la llum influeix en la MTF; es tracta d'un límit físic que impedeix que una lent pugui captar punts o vores perfectament nítides. En conseqüència, la geometria de la lent contribueix a la seva capacitat per a reproduir imatges de bona qualitat, reduint el seu contrast.

Un dels mètodes més freqüents per a mesurar la MTF és el Mètode de la vora inclinada. Utilitza una carta objectiu amb una vora d'alt contrast posicionada en un angle d'entre 1º i 5º. Si s'amplia la imatge, en el salt del negre al blanc es pot observar que aquest salt de tons no és immediat, sinó que passa a grisos i després a blancs, això és degut a les imperfeccions del sistema degut a la difracció. Per a l'obtenció de la MTF, es pren prèviament la derivada de la funció d'extensió de vora (ESF) per a produir la funció d'extensió lineal (LSF) i finalment es pren el mòdul normalitzat de la transformada de Fourier de la LSF, normalitzant-la fins a produir la MTF. Els resultats obtinguts han estat els següents:



Es pot observar una gran diferència de l'àrea MTF, sent major en la càmera digital que en el procés híbrid. En ambdós casos, els valors disminueixen a partir de les obertures de diafragma f/8, aproximadament, on el sistema està més afectat per la difracció de la llum.

En quart lloc, s'ha procedit a comparar una sèrie d'imatges preses de la manera més semblant possible, amb el mateix objectiu per ambdues càmeres. Un cop obtingudes, s'ha mesurat la qualitat de les imatges subjectivament. Al observar les comparatives, es pot dir que la resolució de la càmera digital és major que la de l'analògica, ja que aquesta manca de gra i la imatge es mostra més definida. Això es degut als diferents tipus de registre que utilitza cada càmera, ja que l'objectiu utilitzat ha estat el mateix. Per altra banda, en les imatges de la càmera digital s'ha pogut observar que totes les línies no paral·leles, corbes, rectes o amb cert angle, mostren un patró d'interferències anomenat ''efecte moirè''. Aquest patró té lloc quan l'escena inclou molts detalls de mida petita que superen la resolució del sensor.

Una cop obtinguts tots els resultats, es constata que el sistema digital gaudeix de la immediatesa en l'obtenció d'imatges i d'una ràpida previsualització de resultat oferta pel programa de la càmera. Aquest avantatge proporciona la possibilitat de realitzar correccions d'exposició difícilment corregibles en el sistema analògic. No obstant això, sota la sensació d'una major nitidesa aparent respecte al sistema analògic, el sistema de captura digital comporta intrínsecament l'aparició de ''l'efecte moirè'' i de soroll quan les condicions d'il·luminació són insuficients.

En el procediment analògic tampoc tot són bondats ja que en tractar-se d'un procediment físic/químic és necessari reunir les condicions de tractament i revelat químic abans de poder

apreciar la imatge final. Sense entrar en molts altres aspectes propis del procediment destacarem la necessitat d'utilitzar diferents pel·lícules amb diferents sensibilitats per a diferents condicions d'il·luminació la qual cosa pot ser un avantatge quan disposem de càmera amb suport intercanviable o inconvenient quan treballem amb càmera de pas universal ja que ens veiem obligats a gastar tota la pel·lícula abans de sotmetre-la al procés de revelat.

L'obtenció d'imatges de gran qualitat a partir del sistema analògic requereix d'un control exhaustiu dels diferents elements intervinents, només d'aquesta manera es poden obtenir resultats predictibles. Qualsevol alteració considerable de les variables d'aquest procediment condiciona necessàriament el resultat obtingut.

En igualtat de condicions del sistema mecànic de captura, sistema òptic, resolucions i grandària d'imatge final podríem afirmar que el sistema de captura digital aparenta un lleuger avantatge sobre el sistema analògic. La realitat és que el sistema digital també necessita un rigor en el seu procediment, sense aquest no podem obtenir intencionadament grans resultats i no disposem de més opció que utilitzar sistemes d'automatització en l'obtenció d'imatges dissenyats per equips d'enginyeria de programari delegant la qualitat del resultat a la qualitat de les diferents aplicacions d'edició fotogràfica.

El sistema denominat procediment híbrid pretén combinar tècniques analògiques, de digitalització i de postprocessament digital per a l'obtenció de resultats d'alta qualitat impensables en els sistemes convencional o digital per separat a causa de la magnificació del procediment o als costos necessaris per a dur-los a terme. En aquest sentit el treball s'ha centrat en el format de pas universal, encara que aquestes tècniques serien extrapolables a altres formats de major grandària, i fins i tot, de manera bidireccional permetent obtenir imatges finals d'alta qualitat encara de diferents procedències de captura.

Els resultats d'aquest treball posen de manifest que en utilitzar captura amb pel·lícula analògica, sotmetent-la a una correcta digitalització que obtingui tota la informació possible dels negatius i guardant les imatges en un format d'arxiu RAW com és el DNG, podem obtenir arxiu digital a disposició futura per al convenient revelat digital i postprocessament que permeti obtenir imatges finals en funció de cada necessitat, bé sigui en format digital per a exposició web, impressió, enviament, etc. Encara que el procediment d'obtenció final és més llarg, la qualitat final de les imatges no són gens menyspreables en relació a les obtingudes mitjançant captura digital directa, a més podem obtenir tantes copies com necessitem o diferents versions de revelat. Això ens indica que podem utilitzar càmeres analògiques, que equivocadament podem pensar que estan obsoletes i les òptiques de les quals són de qualitat, com l'objectiu utilitzat en aquest treball, i obtenir unes imatges d'alta qualitat, encara que un nivell lleugerament inferior a les digitals.

Finalment, amb l'equip i material utilitzats, es pot concloure que el sistema digital té un major poder de resolució que la pel·lícula. En el digital apareix ''l'efecte moirè'' en diferents detalls de l'escena (depenent de la seva orientació), mentre que la pel·lícula els representa millor. Considerant l'absència de gra, encara que amb presència de soroll a altes sensibilitats, el major poder de resolució del sistema ofereix una major qualitat que el sistema analògic sense que això signifiqui una major aportació d'informació.