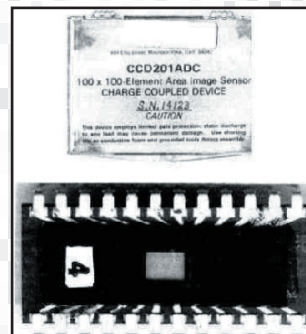


Ponešto o digitalnim kamerama...

Kada su gospoda George Smith i Willard Boyle 1969. skicirali nešto što su nazvali Charge - Coupled Device ili CCD, kako je širim krugovima puno poznatiji naziv za njihov patent, nisu ni slutili da će jedan drugi gospodin početkom novog tisućljeća sročiti rečenicu koja u originalu glasi: **"The photon will be to the 21st century what the electron was to the 20th"**, (Sen. Daniel Moynihan, New Yorker). Prijevod bi bio: "Što je elektron bio u prošlom stoljeću, to će foton biti u ovom, 21. stoljeću". Ako se malo zamislimo, osvrnemo oko sebe i ponovo zamislimo zaključit ćemo da su pikseli toliko često oko nas da ih prestajemo biti svjesni. Krenimo od svakodnevice: Internet kao izvor mnogih informacija potkrijepljenih digitalnom slikom; mobilne komunikacije koje danas, nakon određenog vremena stagnacije, očekuju ponovni uzlet zahvaljujući MMS-u (Multimedia Messaging Service), tj sposobnosti da uz tekstualne poruke šaljemo zvukove ali i digitalne slike. Da ne spominjem digitalne kamere koje samouvjerenost istiskuju klasičan 35 mm film u polju amaterske, ali i profesionalne fotografije, i tako redom do novih osobnih iskaznica koje sadrže skeniranu i odštampanu fotografiju nas, ponosnih vlasnika iste. Sateliti koji nas okružuju svakodnevno snimaju Zemljinu površinu prekrivajući ju milijunima, čak i milijardama piksela, gotovo do centimetarskih rezolucija (trenutno se za potrebe daljinskih istraživanja u Zemljinoj orbiti nalazi nekoliko satelita čija se rezolucija mjeri u decimetrima (Ikonos, QuickBird, OrbView) za raznorazne potrebe; od meteorologije pa do poljoprivrede. Ratna primjena istih je vrlo vjerojatno odavno zagazila u centimetre, ali to je nešto što možemo samo naslućivati. To su samo neki od bezbroj primjera gdje su pikseli zagospodarili i postali neprikosnoveni.

I tako, ta dva gospodina sa početka teksta nisu ni slutili u kom smjeru ide njihova otkriće. U biti njihova istraživanja su išla u jednom sasvim drugom smjeru; njihov je cilj bila poluvodička memorija za računala, a kad tamo svjetloosjetljivi element je otkriven. Ali, elektronska industrija je napravila svoje. Danas bilježi toliki napredak da ga je prosječnom smrtniku gotovo nemoguće pratiti. Od prvog senzora koji je imao samo osam elemenata (Tomposetti, 1971.), preko prvog komercijalnog senzora dimenzija 100 x 100 piksela, 1973. (vidi sliku1.) pa do današnjih senzora čije se dimenzije mjere u tisućama piksela po svakoj osi. Dimenzija trenutno najvećeg CCD senzora je 9216 x 9216 pixela, ili skoro 85 Miliona pixela, a proizveden je od strane "Fairchild Imaging" korporacije.

Nakon odluke o kupnji takve naprave koja će svakodnevicu jednog smrtnika pretočiti u hrpu bitova i bajtova, slijedi odlazak u prodavaonicu, traženje prihvatljive kamere, te na kraju bezbroj informacija kojima nas trgovac zasipa:



Slika 1. Prikaz prvog komercijalnog CCD senzora (URL 1)

"To vam je kamera koja se bazira na CCD senzoru, 3,2 Mega Piksela rezolucije, 3X optičkim i recimo 6 x digitalnim zoomom, Smart Media karticom za pohranjivanje podataka, Jpeg ili TIFF zapis podataka, itd." Ponovo taj CCD! Još ako se umjesto CCD senzora spomene CMOS senzor. Hmm... čovjek se stvarno zapita: Što je u stvari taj CCD? Kako radi? Što je CMOS? Razlike ili sličnosti? Idealna pitanja da se napiše jedan omanji tekst o senzorima u digitalnim kamerama. Eto, toliko u uvodu.

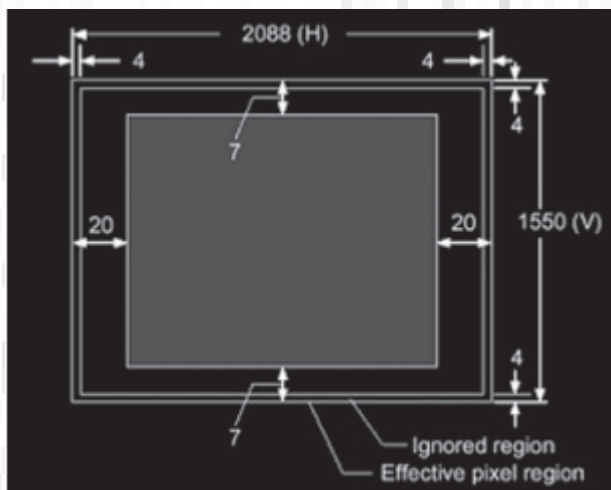
CCD senzor

Znači, idemo redom: CCD ili Charge - Coupled Device, otkriven 70-tih godina prošlog stoljeća. Od tada pa do danas, nametnuo se kao primarni senzor u digitalnim kamerama. Činjenica je da mu se u zadnjih par godina tron polagano počinje tresti jer se na obzoru pojavljuje jedan novi (stari) igrač CMOS, ali o njemu nešto kasnije. CCD predstavlja senzor kod kojeg se svjetlo usmjerava na fotoosjetljivi, poluvodički element napravljen, najčešće, na bazi silicija. Foto-osjetljivi elementi, ili fotodetektori mogu biti formirani u tri osnovna oblika pa prema tome i razlikujemo tri osnovna tipa CCD senzora: točkasti, linijski i površinski.

Ukoliko govorimo o samo jednom, pomičnom fotodetektoru, tada je riječ o točkastom senzoru, te se kod njega kompleksnim mehaničkim sustavom senzor pomiče po površini koja je predviđena za skeniranje. Ovaj tip nije u širokoj uporabi.

Ako imamo niz fotodetektora u liniji, tada govorimo o linijskom tipu senzora, te se on kao takav najčešće nalazi u stolnim skenerima.

Ono što je nama u ovom trenutku zanimljivo je plošni ili površinski niz fotodetektora, koji predstavljaju oblik senzora koje susrećemo u digitalnim kamerama. Znači pravokutan oblik senzora površine ispunjene sa fotoosjetljivim detektorima. Broj tih fotodetektora je ono što definira našu rezoluciju. Treba razlikovati stvaran i efektivan broj fotodetektora, tj. nisu svi fotodetektorii efektivni. Da pojasnim; svaki senzor sadrži više fotodetektora nego što



Slika 2. Prikaz predstavlja senzor gdje je vrijednost 2088 x 1550 maksimalan broj foto osjetljivih detektora, a vrijednost od 4 neiskorištena detektora predstavlja pojas za definiranje crne boje. Ostatak neaktivnih fotodetektora je eliminiran zbog samog formata snimke.

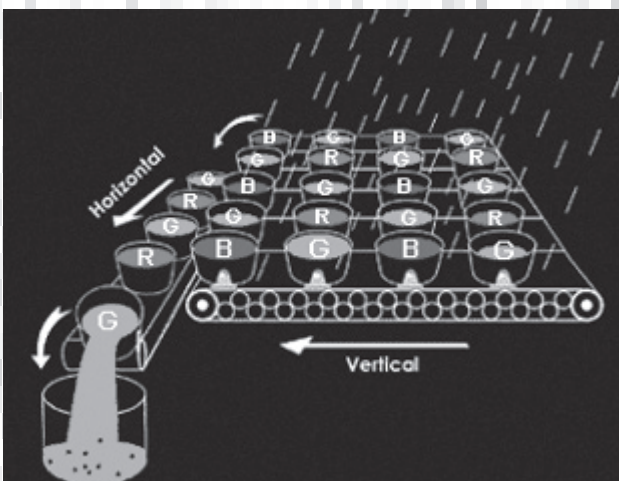
ima piksela kod snimljene fotografije. Zašto je to tako? Zato što svaki senzor ima polje neiskorištenih, neosvijetljenih detektora koji procesoru u kameri služi za prepoznavanje crne boje. (Vidi sliku 2).

Kako radi CCD?

Jedna, vrlo često korištena analogija kod opisivanja rada CCD senzora je sljedeća: zamislimo polje malih kanti za vodu (vidi sliku 3).

Te kante su poredane po redcima i stupcima. One predstavljaju fotodetektora, a kiša fotona koja pada po njima ih puni. Neke se napune malo više, neke malo manje. Kada završi prikupljanje kišnice, kanticice se red po red transportiraju pomičnim mehanizmom, i slijevaju u dio koji za svaku kanticu pamti gdje se ona nalazila i koja količina kišnice, tj. fotona se skupila unjoj. Mali odmak od polja sa kanticama je taj da su neki fotodetektori osjetljivi samo na zelenu, neki samo na plavu, a neki samo na crvenu boju.

Slika u boji nastaje uporabom odgovarajućeg filtera. Najčešće korišten filter je Bayer filter (Slika 4.) koji se bazira na činjenici da je ljudsko oko puno osjetljivije na promjenu svjetloće nego boje. Iz tog razloga, filter je konstruiran tako da sadrži dvostruko više fotodetektora osjetljivih na zelenu, nego na plavu ili crvenu boju (zelena boja simulira svjetloću).



Slika 3. Prikaz polja kanti za vodu koje nam služe kao fotodetektori osjetljivi samo na jednu od tri osnovne boje; crvenu (R), zelenu (G) ili plavu (B).



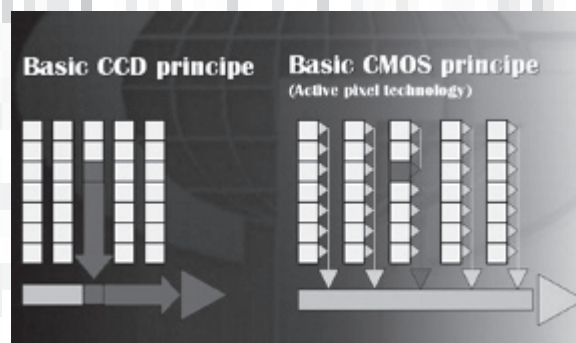
Slika . Četiri moguće izvedbe Bayer filtera

Procesor u kameri (ili izvan nje, ovisno o formatu pohrane datoteke) na osnovu odgovarajućih algoritama izračunava vrijednosti za preostale dvije boje, uzimajući u obzir okolinu fotodetektora, te na taj način nastaje kompletna snimka u boji.

CMOS senzor

Iako je dugo godina CMOS senzor primarno korišten u uređajima koji ne zahtijevaju kvalitetnu snimku (mobilni telefoni, kamere za nadgledanje i sl.), zadnjih par mjeseci nekoliko renomiranih proizvođača izbacilo je svoje top modele kamere baziranih na CMOS senzoru. To baca sasvim novo svjetlo na taj senzor, koji je čak i otkriven ranije nego CCD senzor. Naziv (eng. Complementary Metal Oxide Semiconductor) predstavlja oznaku za tehnologiju kojom senzor nastaje, i kao takav je puno jeftiniji i jednostavniji za proizvodnju. Prema nekim naznakama kamera sa istim karakteristikama bazirana kao CCD kamera na CMOS senzoru, mogla bi biti čak i do 3-4 puta jeftinija. I to je njegoja najveća prednost. Jeftin i jednostavan za proizvodnju. Prvi tipovi bili su puno inferiorniji prema CCD senzoru, ali uporabom novih tehnologija, prvenstveno APS tehnologije, (engl. Active Pixel Sensor) CMOS je dostigao CCD na svim poljima. Slika 5. Pojačanje kod CCD se nalazi na izlazu iz samog senzora, dok kod CMOS senzora imamo pojačanje na svakom fotodetektoru.

Glavna razlika je što se kod CMOS senzora pojačanje signala odvija na samom fotodetektoru, dok kod CCD imamo poseban sklop za pojačanje na izlazu iz senzora. (Vidi sliku 5.)



Slika 5. Pojačanje kod CCD se nalazi na izlazu iz samog senzora dok kod CMOS senzora imamo pojačanje na svakom fotodetektoru.

Sigurno je da ćemo CMOS senzor susretati sve češće u digitalnim kamerama, upravo zbog činjenice da mu je cijena prihvatljivija, proizvodni proces jednostavniji, a karakteristike gotovo identične CCD senzoru.

Osnovne spoznaje o samom radu senzora nisu nužno neophodne za kvalitetno korištenje amaterskih digitalnih kamera. Činjenica da se danas CCD ili CMOS senzor nalaze u velikom broju uređaja, čini ga jednim od najzanimljivijih uređaja za široku potrošnju, i upravo zbog toga mislim da ovakve vrste informacija treba smatrati dobrodošlim radi općih saznanja.



Tomislav Ciceli