

A digitális képképzés szenzorai

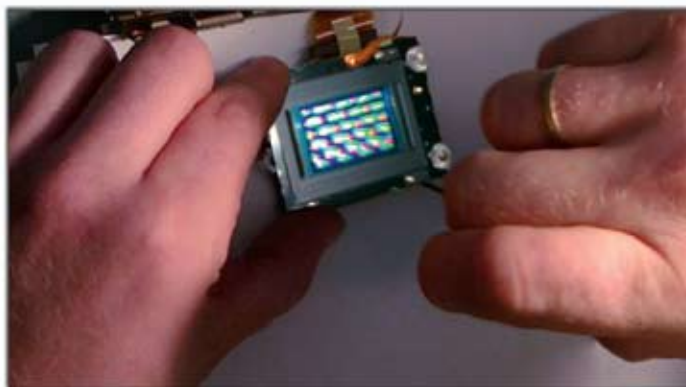
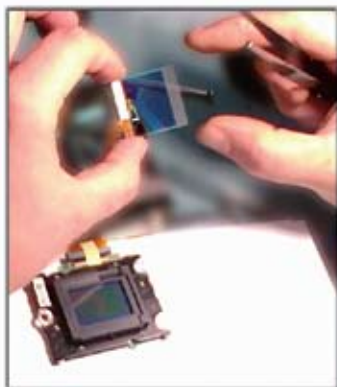
Mind a CCD, mind pedig a CMOS szenzorok kiváló képképzési teljesítményt garantálnak megfelelő tervezés és kivitelezés esetén. Mégis mi a különbség a két képképzési technológia között? Milyen szempontok befolyásolják a két régi digitális képképzési elv térhódítását?

A CCD (charge coupled device) és a CMOS (complementary metal oxide semiconductor) technológia két különböző megoldás digitális képek rögzítésére. Mindkét rendszer fénoxid félvezető pixelekből épül fel, amelyeken a helyi megvilágítás intenzitásával arányosan felhalmozódik a töltés. Mindkét technológiának vannak előnyei és hátrányai is, ezért sokszor eltérő feladatok esetében alkalmazzuk őket. Mindkét képképző eszköz elektromos töltéssé alakítja a beérkező elektromágneses hullámokat, majd feldolgozza az elektromos jeleket.

Az expozíciós idő alatt lezajlik a foton – elektron konverzió. A CCD-k esetében az expozíciós idő végén a felhalmozódott töltés az egyes pixelekről szekvenciálisan (megfelelő sorrendben) egy közös kimeneti rendszeren halad keresztül, amely átalakítja a töltést feszültséggé. Tehát az egyes pixelekről érkező töltés nagyon kevés, vagy csupán egy csomóponton halad át mire feszültséggé alakul, így a chip analóg jelet produkál. Ezért az érzékelőlap felületének nagy része megmarad a fény leképzésére, az egyéb járulékos felületek aránya minimalizálható. A pixelekről beszerzett analóg jel jó közelítéssel egységes pontosságú, hiszen azonos jelátalakítókon megy keresztül, ami a kiváló képminőség alapfeltétele. Tehát adott jel nem torzul számottevően, az egyes pixelek szabályosan tükrözik a megvilágítás mértékét. Ez azt is eredményezi, hogy a CCD jel-zaj viszonya képterületen belül (adott megvilágítás

esetén) egységesebb. (Uniformitás, azaz „egységesség” alatt azt értjük, hogy azonos hőmérsékleten, azonos megvilágítási körülmények között mennyire egységes az egyes pixeleken rögzített jel. Az uniformitás értékét teljes elsötétítés esetén és egységes megvilágításnál is meg szokták adni.)

Ezzel szemben a CMOS szenzor esetében minden pixel saját töltés-feszültség átalakítóval rendelkezik, és az érzékelő gyakran a felületén tartalmazza a jelerősítő, zajkorrekciós és digitalizáló áramköröket. Így a chip digitális kimenetet ad, azonnal biteket nyerünk. Ez a kiolvasási technológia nagyon eltérő tervezési és működési feltételeket igényel. A CMOS szenzort bonyolultabb előállítani, ráadásul egységnyi érzékelő felületen kevesebb fénygyűjtő felületrész hozható létre, mivel minden egyes pixelhez külön jelátalakítás tartozik. A pixelenként külön végbemenő jelátalakítás kevésbé egységes, ezért az uniformitás kisebb, mint a CCD-k esetében és ez a képminőség, az egységesség rovására mehet. Az egymást kiegészítő tranzisztorok viszont elősegítik az alacsony fogyasztást, míg a CCD-k áramfelvétele igen nagy. Bár a legújabb fejlesztések a CCD energia felvételének csökkenését is elősegíthetik. Egységnyi érzékelő felületre vonatkoztatva a CCD-k esetében nagyobb felbontás és jobb optikai képminőség, nagyobb hatásfokú hűtés érhető el. Könnyebben tervezhető járulékos alkatrészek elhelyezése is. A dinamikai tartomány a pixel telítettségi szintjének küszöbértékeiként fogható fel. És



a CCD-k azonos körülmények között már analóg értelemben is legalább kétszer akkora dinamikai átfogású felvételek rögzítésére képesek, mint a CMOS szenzorok.

Tervezés, gyártás

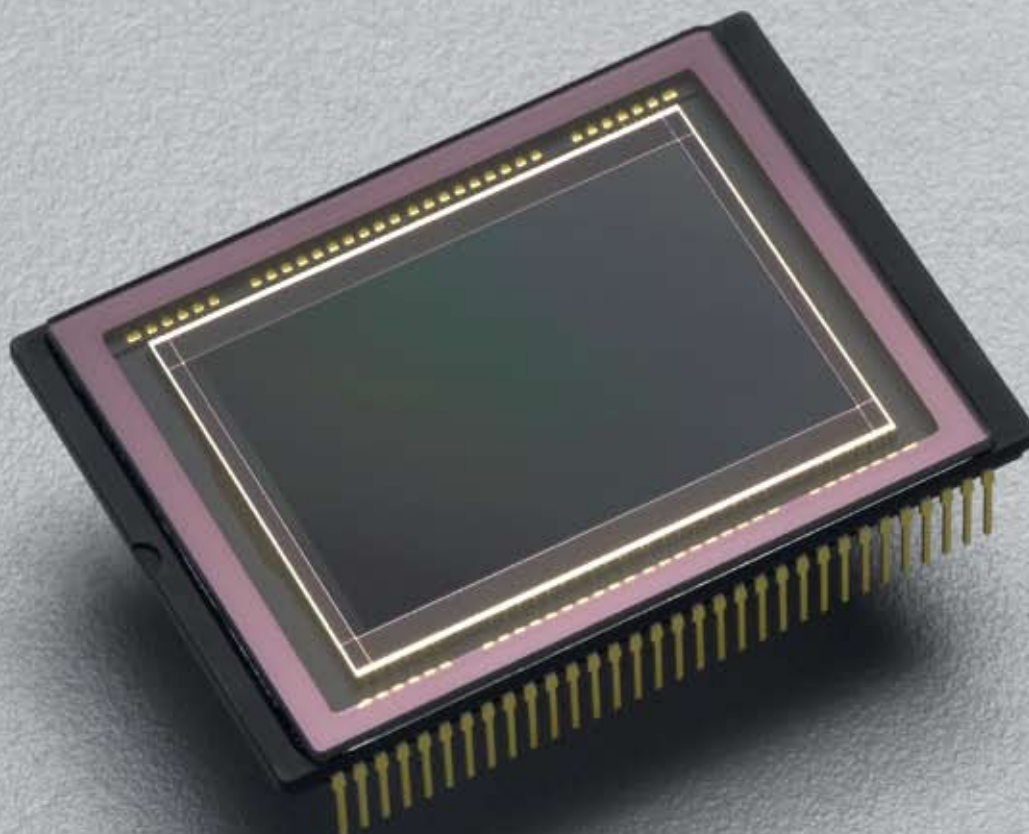
Tervezési, gyártási szempontból is lényeges, hogy a CCD esetében sok egység kerül a fényképezőgép nyomtatott áramkörére, ezeket könnyű áttervezni az érzékelő felület áttervezése nélkül. A CMOS tervezése nagy befektetés, így magas kockázati tényezővel jár, mert könnyen lehet, hogy a technológia túlhaladottá válik az adott típus piacra bocsátásáig. A kidolgozott, jól tervezett CMOS sorozatgyártása viszont olcsóbb a CCD szenzorokénál. A CMOS szenzorok esetében könnyebb egy képérzékelő területet (meghatározott pixelekkel borított részt) különválasztani, képrészlet kiolvasási funkciót programozni, hiszen önállóan is működőképeselek lehetnek az érzékelőrészek, ráadásul gyors kiolvasást tesznek lehetővé.

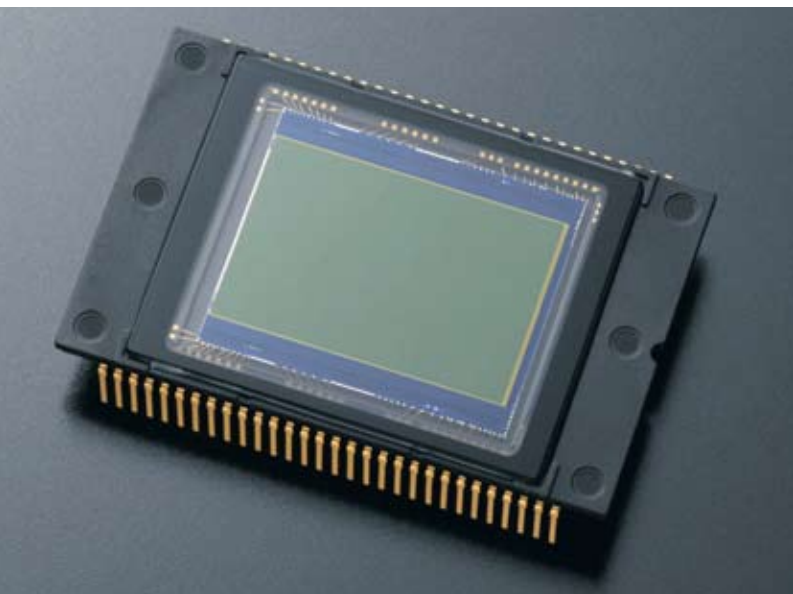
A CMOS szenzorok technológiáján alapul a Foveon szenzor is. Míg a CCD és CMOS pixelei legtöbbször egymás mellett elhelyezkedő egy darab vörös, egy kék és két zöld pixelből

„keverik a színeket”, addig a Foveon a klasszikus filmhez hasonlóan réteges, vertikális felépítésű. Rétegenként egy színre érzékeny, három érzékelő réteget helyeznek el egymáson. Az egyes rétegek a három alapszín egyikére érzékenyek, és átengedik a beérkező elektromágneses sugárzás egy részét a soron következő rétegre. A technológia legnagyobb hátrányaként az alacsony fényérzékenységet szokták említeni. A fejlesztések természetesen nem értek véget, a Sony például 2009-ben is bejelentett egy új Foveon szabadalmat.

A digitális fényképezés első negyven éve

Sokan nem gondolnák, de a CCD és CMOS technológiában már a hatvanas évek végén elérték az első áttörést. Mivel a CMOS előállítása az akkori technológiai megoldások között (elektronikai alkatrészek mérete, stb.) nehézségekbe ütközött, a kilencvenes évekig a viszonylag elérhetőbb gyártástechnológiájú CCD kezdett elterjedni. A digitális fényképezés ebben a kezdeti időszakban rendkívül drága, és a civil életben szinte teljesen elérhetetlen volt. Ráadásul az analóg fényképezés a fénykorát élte, a filmanyagok és fényképezőgépek





magas minőségi követelmények szerint készültek, míg a számítástechnika nem tette lehetővé digitális képek jó minőségű eltárolását, továbbítását. A kilencvenes években, a digitális képalkotás elterjedésével aztán megújult az érdeklődés az alacsonyabb energiafogyasztású CMOS szenzorok iránt. Ez nem csoda, ha visszagondolunk az első polgári digitális fényképezőgépek mobil energiaforrással elérhető maximális üzemi idejére könnyen belátható, hogy ez akkoriban kulcskérdésnek bizonyult. Az előrejelzések a CMOS szenzorokkal elérhető képminőség javulását, a kompaktabb, kisebb fényképezőgépek megvalósításának lehetőségét, az újrahasznosítás magasabb szintjét ígérték. Bár elméletileg ezeket az előnyöket a CMOS technológia elérhetővé teszi, de a CCD szenzorokkal azonos képi minőség esetén nagy fejlesztési ráfordítást igényelt. Az ezredforduló első évtizedében a polgári fényképezőgépek miniatürizálása, lehető legkisebb gépvázba szorítása volt a divat. Ebben is előnyt jelentett a CMOS rendszer, így további fejlesztések történtek.

A jelenlegi helyzet

Napjainkban ismét az ergonómia és praktikus kezelhetőség, valamint a magas minőségi igények szabják meg a fényképezőgép gyártás irányát. Mára egyes CMOS szenzorok segítségével elégítenek ki speciális területeket, de sok fényképezőgép gyártó választotta polgári fényképezőgépeibe is a technológiát. Nagy tervezési költséggel bevezetett fényképezőgépekben találhatóak meg, és nem is ritka az alkalmazásuk, a CCD érzékelők mellett is kiemelkedő minőséget jelentenek.

A legújabb, nagy hasznos felületű pixeleket tartalmazó érzékelők nemcsak nagyobb érzékenységet garantálnak, de kisebb tárhely igényű, nagyobb hasznos adattartalmú fájlok előállítását teszik lehetővé. Ez részben a nagy dinamikai átfogású technológiáknak köszönhető. A CCD technológia még mindig jóval nagyobb dinamikai átfogást nyújt a CMOS tech-

nológiánál, ennek ellenére a digitális képérzékelés élvonalában a CMOS szenzorok nagy számban képviseltetik magukat. Bár az extrém nagyfelbontású, magas képminőségű műszaki alkalmazásokban ma is CCD-ket használnak. A CCD szintű megtalálható professzionális és műszaki célú berendezésekben egyaránt.

A digitális fényképezés jövője

Az elérhető digitális technológia csúcsmoelljei 2006-ban érték el a filmes technológia minőségi színvonalát. Igaz, ekkor még körülbelül két millió forintba került a legolcsóbb, a kisfilm minőséget minden tekintetben kielégítő professzionális fényképezőgép.

Napjainkban ugyanez nagyjából fél millió forintért elérhető, ráadásul azóta a kompakt és belépő kategóriás fényképezőgépek is olyan fejlődésen mentek keresztül, hogy legtöbb paraméterükben túlszárnyalják a kilencvenes évek analóg technikáját.

A professzionális és félprofi termékek várhatóan átlélik a jó minőségű (csúcsmínőségű) ~32 megapixellel egyenértékű kisfilm felbontását, dinamikáját és zajmentességét. (A kilencvenes évek tömeges filmgyártása során gyakori volt a mindössze 2 megapixel digitális felbontással egyenértékű fim is.) A digitális fényképezőgépek felbontás növekedése várható, ami részletgazdagabb, jobban komponálható, és a bemozdulástól kevésbé veszélyeztetett, zajtalanabb fényképezést jelent az átlagos felhasználók számára. Különösen azoknak, akik nem teljes felbontásban szemlélik, nyomtatják felvételeiket. Óriási haladás várható az analóg értelemben vett dinamika növelésében is. Ez a lehetőség sem csak a profiknak kedvez, akik sokkal részletgazdagabb felvételeket készíthetnek azonos körülmények között, változatos megvilágítású tárgyakról, hanem a kezdőknek is, akik könnyebben találnak helyes expozíciót. A világos és sötét képrészek helyes leképezése, amikor egy fényérték különbség csupán csekély félreexponálási különbségeket okoz, hatalmas minőségi előnyt hordoz magában. Az ergonómia, a praktikusság egyre komolyabb szemponttá válik, és nem csak a tükörreflexes gépek körében. Ahogy a tájoló, hamarosan a GPS is alapfelszereltsége lehet a fényképezőgépeknek. Így akár a GoogleEarth szoftver segítségével pillanatok alatt visszakérhetővé válik, milyen álláspontból, és melyik irányban készült az adott felvétel.

A közeljövőben újabb magyar kamerarendszerek megjelenése is várható. Gondoljunk csak a legújabb rekord felbontású légifelvétel térképek (Pl. www.zoomy.hu) és egyéb technológiák megjelenésére. Az Interspect Kft. például optikai rendszerek, távérzékelési műszerek fejlesztésével, építésével foglalkozó kutatócsoportja két világrekordot mutatott fel a területen, és egyéb magyar vonatkozású eredményekről is tudunk.

Bakó Gábor
Interspect Csoport

internet

Képalá (Abra)

Kisméretű képérzékelő beépítése ipari eseményszámláló kamerába (Interspect laboratórium)