

Gyors folyamatok, mozgó tárgyak mérése csak fotondetektorokkal

KORSZERŰ HŐKAMERÁK SZAKMAI SZEMMEL (III.)

A detektorkiolvadási eljárások közül folytatjuk a snapshotmódszer részletezését, majd áttérünk a fotondetektorokhoz használatos detektorhűtési technológiákra.

A detektorok kiolvadása során a mozgó vagy forgó tárgyak érzékelésével kapcsolatos probléma a snapshottechnológiával megoldható. Alkalmazásának viszont csak megfelelően gyors (például 10 μ s integrálási idejű) fotondetektorok esetén van értelme. A hozzájuk képest akár több nagyságrenddel is lassúbb termikus érzékelők (például mikrobolométerek) esetén amúgy is elmosódna a mozgó tárgy leképezése a hosszú integrálási idő miatt.

A SNAPSHOTTECHNOLÓGIA RÉSZLETEI

A snapshotképeséssel rendelkező fotondetektorok minden egyes pixelen egyszerre végzik a mérést (jelintegrálást), utána pedig a pixeleken mért értékek egyazon időpontban „befagyasztásra” kerülnek. Ezt követően – ahogy ezt a soros kiolvadásnál is alkalmaztuk – soronként haladva történik az értékek kiolvadása és A/D átalakítása. Tehát itt sem több ezer kiolvadó-digitalizáló

áramkört alkalmazunk, hanem csak annyit, mint amennyi egy-egy sor kiolvadására szükséges. Ennek ellenére nem torzítjuk a mozgó tárgyak leképezését, mert az összes egyedi érzékelő által mért jel ugyanabból az időpillanattól származik. Méréstechnikailag itt tehát egy szimultán mintavételezési rendszerről beszélhetünk.

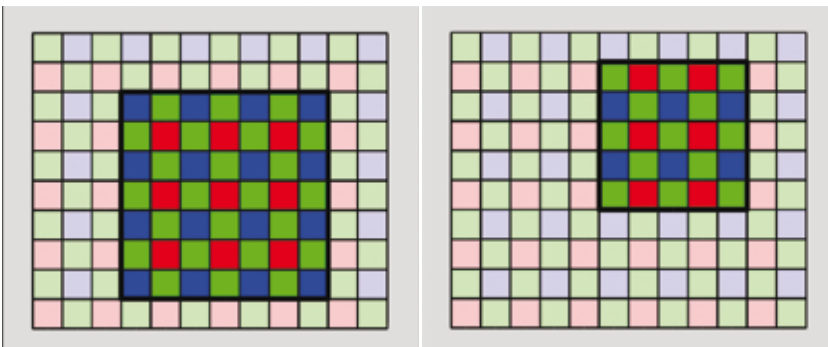
A snapshottechnológiával rendelkező legkorszerűbb hőkamerákkal jelenleg akár 850, egyenként 320×256 pixeles hőkép rögzíthető másodpercenként. Viszont a soronként előrehaladó kiolvadás időszükséglete a fotondetektorok integrálási idejével összemérhető, sőt túl is haladhatja azt. A maximális képkiolvadási frekvencia tehát leginkább a kiolvadás által korlátozódik. Ennek kivédésére – a még gyorsabb képrögzítés elérése érdekében – az úgynevezett subframe-ek (részképek) feldolgozását alkalmazhatjuk, ami sajnos azzal jár, hogy kevesebb képpont révén kevesebb részlet jeleníthető meg. E képfeldolgozó

technológiával ellátott speciális hőkamerák képesek akár 4500 kép rögzítésére másodpercenként 160×128 pixeles felbontásban. (Megjegyezzük, hogy a detektor továbbra is egyidejűleg az összes pixelen végzi a jelintegrálást és az értékek befagyasztását. Egyszerűen a kiolvadást és a digitalizálást korlátoztuk a kiválasztott területre.)

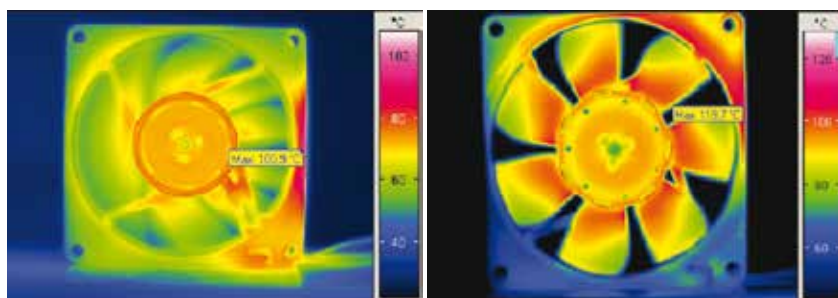
DETEKTORHŰTÉSI TECHNOLÓGIÁK FOTONDETEKTOROKHOZ

Napjainkban igen sokféle, hűtés nélküli termikus detektoron (például mikrobolométeren) alapuló hosszúhullámú hőkamera kapható. A legpontosabb és leggyorsabb mérési képességű, valamint a rövid- és középhullámú hőkamerák viszont csak fotondetektorokkal készülhetnek – azok pedig kizárólag hűtéssel. A hűtésük biztosításához a folyékony nitrogénes megoldások helyett ma már inkább a nagy megbízhatóságú miniatűr hűtőkompresszorok (Stirling-hűtők) terjedtek el. Néhány detektortípus esetén további lehetőség a termoelektromos (Peltier-) hűtés alkalmazása, bár ezzel nem érhető el annyira alacsony hőmérsékletek, így a detektorkiviteltek és -anyagok választéka szűkül.

Stirling-hűtés A Carnot-féle termikus körfolyamat kihasználásán alapul, amelynek során egy gáz (hélium) komprimálása történik, ennek következtében a gáz felhevül, majd a környezet felé történő hőleadással lehűl. Az ezt követő (másik hengerben végbemenő) expanzió során a gáz igen



» 1. ábra. Példák subframe-megoldásokra snapshottechnológia esetén (forrás: PIM)



» 2. ábra. Ventilátor hőképe, balra mikrobolométerrel és soros kiolvasással, jobbra snapshotképesű fotondetektorral (forrás: InfraTec)

alacsony hőmérsékletre hűl, és így képes lesz a környezetből (esetünkben a detektorról) hőenergiát felvenni. A lépések zárt körfolyamatként zajlanak le.

A hőkamerákban erre a célra alkalmazott két dugattyús mikrokompreszor lehetővé teszi, hogy a hőkamerák akár milyen helyzetben alkalmazhatók legyenek, a detektorok működésének szavatolásán túl a mérési megbízhatóság és pontosság széles üzemhőmérséklet-tartományban biztosítható legyen (mégpedig elég jó hatásfok mellett). Hátrányos viszont, hogy ezek a hűtőkompresszorok nem elhanyagolható mérettel és súllyal rendelkeznek, ezért könnyű és kisméretű hőkamerák ezzel a technológiával nem hozhatók létre. Még nagyobb probléma viszont (elsősorban folyamatos alkalmazások esetén), hogy a Stirling-hűtők mechanikai rendszert alkotnak, amely korlátozott élettartammal bír. Ám a legmodernebb eszközök esetén ez a határ

megközelítheti a 8000 – újabban 12 000 – üzemórát is, karbantartásmentesen.

Peltier-elemes hűtés Nevezhetjük termoelektromos hűtésnek is, és az elérendő alacsony hőmérsékletek miatt általában háromszintű Peltier-elemes kaszkád

mellett csak kevésbé alacsony hőmérséklet érhető el (megközelítően -150 °C), amely nem minden típusú fotondetektor működéséhez elegendő.

MÁTRIXOS HŐKAMERÁK KÉPPONTFELBONTÁSA

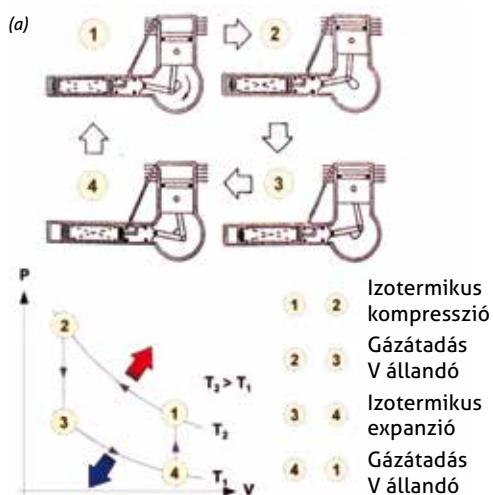
A geometriai felbontáson (tehát az érzékelőmátrix egy egyedi érzékelőhöz tartozó tárgyfelületi „képpontjának” méretén) túl a hőkamerával elérhető képminőséget, illetve pontosabban a mérés részletességét a hőkamera képpontjainak száma határozza meg. Ennek oka, hogy a grafikai (vizuális) felismerhetőség érdekében egy bizonyos minimális képpontszámnak kell a mérendő tárgy egyes részeire esnie – ugyanúgy, ahogyan ezt a digitális fényképezés esetén

» A LEGPONTOSABB ÉS LEGGYORSABB, VALAMINT A RÖVID- ÉS KÖZÉPHULLÁMÚ HŐKAMERÁK CSAK FOTONDETEKTOROKKAL KÉSZÜLHETNEK, AZOK PEDIG KIZÁRÓLAG HŰTÉSSEL. «

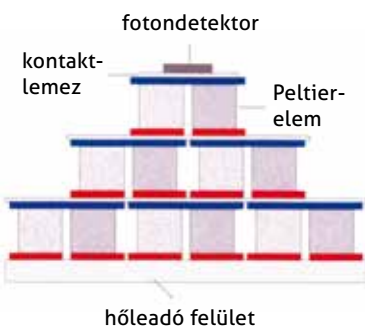
formájában kerül megvalósításra. Előnye a Stirling-hűtéssel szemben, hogy mechanikai (mozgó és ezáltal kopó) részei nincsenek, így gyakorlatilag élettartamkorlát sincs. Viszont cserébe nagyobb energiafogyasztás

megszoktuk. Könnyen érthető, hogy több képpont esetén a tárgyfelületet nagyobb részletességgel, illetve nagyobb tárgyfelületet ugyanolyan részletességgel jeleníthetünk meg egyetlen hőképen. Ha kevés a képpontok száma, sok felvételt kell készíteni, és összefüggő tárgyak kiértékeléséhez, illetve beszámolók készítéséhez gyakran szükségessé válik a képek montírozása, ami igen időigényes munka.

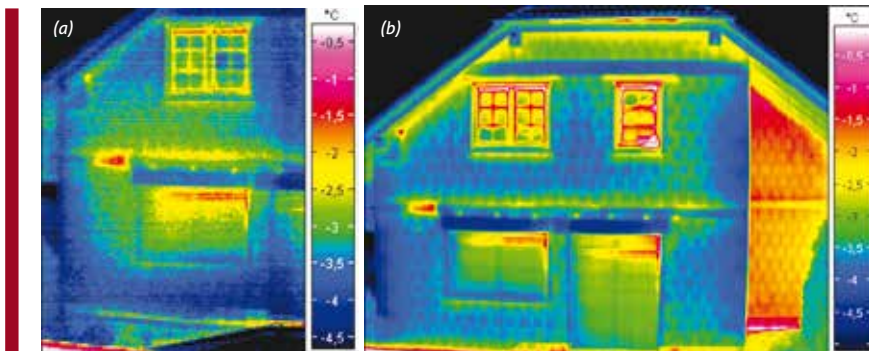
Hőkamerák esetén ez a kérdés nem is jelentéktelen. Míg a digitális fényképezőgépeknél 10, 12 vagy akár több mint 20 Mpixeles (20 millió képpontos) felbontásról beszélünk, mátrixos hőkamerák esetén a képpontok száma tipikusan 320×240 (tehát 76 800), illetve 384×288 (tehát 110 592), a legprofibb hőkamerák esetében pedig 640×480 (tehát 307 200) vagy akár 1024×768 (tehát 786 432) képpont. Vannak kisebb képességű kamerák is – gyakori típusok a 160×120 (tehát csupán 19 200)



» 3. ábra. Stirling-hűtés elve (a), Stirling-hűtő (b) (forrás: InfraTec)



» 4. ábra. Háromfokozatú Peltier-hűtés elvi felépítése



» 6. ábra. 120×160 (a), illetve 640×480 képpontos (b) hőkép (forrás: InfraTec)

képponttal vagy akár csak 80×80, illetve 96×96 képponttal dolgozók, amelyek ennél fogva csak kisebb felületek elfogadható részletességű megjelenítésére képesek, ami a felhasználási területüket természetesen erősen korlátozza (vagy a hőkamerát akár alkalmazhatatlanná teszi). A hőkamera-érzékelők fejlődésének köszönhetően egyre több képpontú hőkamerák készülnek. Érdekes, hogy pont a legprofibb – 640×480, illetve 1024×768 képpontos érzékelőmátrixszal rendelkező, 50, illetve akár 240 Hz-es képfrissítésű – hőkamerák képpontra vetített ára a legkedvezőbb (akár egy nagyságrenddel is kedvezőbb, mint a kis pixelszámú, úgynevezett low-cost hőkameráké).

A 6. ábra igen látványosan mutatja a képpontok számának hatását a munkafolyamat hatékonyságára: a jobb oldali kép (640×480 pixel) egyetlen helyszíni gombnyomással készült, és – mivel a bevizsgált épületoldal minden információját tartalmazza – szintén

csak egyetlen egérkattintással belefűzhető a jegyzőkönyvbe. Ezzel szemben a bal oldali hőkép (160×120 pixel) az épületoldal csak kisebb részét képes befogni, részletessége is kivétlenülokat hagy maga után. A jobb oldali

Az igazi kellemetlenség viszont a jegyzőkönyvkészítés során vár ránk, mert itt szembesülünk a 20-25 hőkép montírozási munkájának időigényével, amely tapasztalásunktól függően 30 perc és

» A GEOMETRIAI FELBONTÁSON TÚL A HŐKAMERÁVAL ELÉRHETŐ KÉPPONTSÁG, A MÉRÉS RÉSZLETESSÉGÉT A KÉPPONTOK SZÁMA HATÁROZZA MEG. «

hőkép minőségének elérésére 16-szor annyi felvétel kellene, de a hőképek utólagos montírozásához még átfedésre is szükségünk van, így jóval több, akár 20-25 hőkép helyszíni felvételére kényszerülünk. Természetesen a 640×480 képpontos hőképfelvétel időigényének többszöröse alatt.

több óra között változhat. Meggondolandó tehát, hogy kisebb beruházás mellett kisebb pixelszámú hőkamerát válasszunk (és majd a takarékoskodásunkat többszörös többletmunkával fizessük meg), vagy nagyobb pixelszámú hőkamera révén szert tegyünk a hatékony munkavégzéshez szükséges eszközre.

A következő lapszámunkban folytatjuk.

» Rahne Eric



» 5. ábra. Low-cost hőkamera 120×160 képponttal (a), professzionális hőkamera 1024×768 képponttal (b) (forrás: PIM)



www.pim-kft.hu
www.termokamera.hu



pim@pim-kft.hu

HATÉKONYSÁGMUTATÓ

Anyagfelhasználás	■	Energiaigény	■
Üzemfenntartás	■	Kezelhetőség	■
Időráfordítás	■	Élettartam	■