

A kezdeti letapogató eszközöktől a mai mátrixos hőkameráig

KORSZERŰ HŐKAMERÁK SZAKMAI SZEMMEL (I.)

Most induló sorozatunkban nemzetközi termográfiai és igazságügyi szakértő szerzőnk segítségével az egyre elterjedtebb hőkamerák sokféleségében szeretnénk eligazítani olvasóinkat, hiszen a sikeres alkalmazás szempontjából alapvető, hogy megfelelő információk birtokában jó döntéseket hozzunk már az eszköz kiválasztásánál, majd a termográfiai mérések elvégzése során.

Az érintésmentes hőmérsékletméréshez alkalmas termográfiai eszközök (termogram-metriai képességű hőkamerák) ez elmúlt években rohamos fejlődésen mentek keresztül. Ha figyelembe vesszük, hogy ezek az eszközök éppen 50 éve jelentek meg, mára viszont ez egyik legismertebb és legsokoldalúbb vizsgálati eszközzé nőttek ki magukat, akkor ne lepődünk meg a piaci kínálat gyártók és típusok szerinti sokféleségén. Ha egy hőkamera beszerzését fontolgatjuk, többé már nem az igényeknek

megfelelő típus hiánya, hanem az óriási választék átláthatatlansága okoz gondot. Tehát eljött az ideje, hogy e műszerek fejlődését és típusait szakmai szemmel áttekintsük, valamint jelenlegi kínálatát rendezzük néhány fontos műszaki paraméter alapján. Ennek azért van kiemelt jelentősége a gyakorlati használat szempontjából, mert a kamerákban megvalósított mérési technológia és a hozzájuk kapható tartozékok meghatározzák a készülék alkalmazási területét, valamint a várható mérési pontosságot és az elérhető hőképmínőséget.

A KEZDETEK „LETŰNT” CSÚCSTECHNOLÓGIÁJA

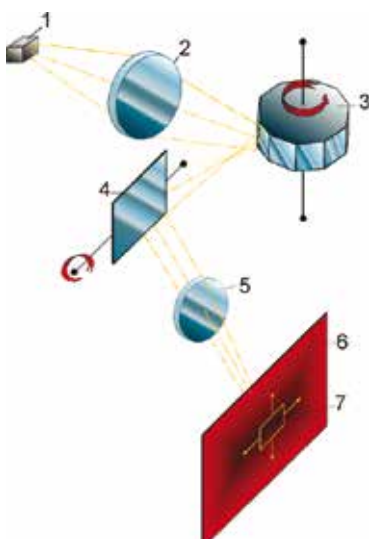
A legelső kereskedelmi (civil) forgalomban kapható – hőmérsékletmérésre alkalmas – hőkamerák elsősorban szkennelő, azaz letapogató kivitelben készültek. Ezek csupán egy egyelemű (pont-) detektort használnak az infravörös sugárzás átalakítására, és a mérendő tárgyat egy mechanikus tükör-, illetve lencserendszerrel tapogattják le. Mivel ez a képkalkoló elv nagy sebességű (foton-) detektort és nagy pontosságú mechanikát igényel, gyártása meglehetősen drága, ráadásul hűtést is igényel, valamint a mechanikai alkotóelemek miatt csak korlátozott élettartamú.

Ennek ellenére nagy előnye is van az összes többi módszerrel szemben: minden

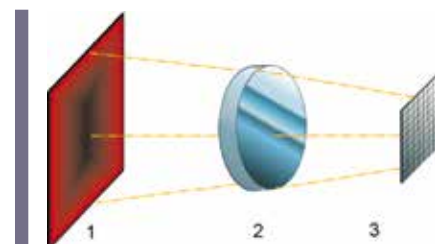
egy képponthez tartozó jelet ugyanaz a detektor képezi le. Így tehát a hőkép minden pontjáról tökéletesen egyforma feltételekkel jönnek létre az adatok, ezzel pedig igen jó képhomogenitás (és akár 10 mK hőképfelbontás) érhető el. A képalakítás lassúsága (tipikusan csupán egy kép másodpercenként), valamint az előbb felsorolt többi hátrány ahhoz vezetett, hogy ez a hőkamera-technológia legfeljebb már csak használt eszközként elérhető.

JELENLÉGI HŐKAMERÁK ELTERJEDT FELÉPÍTÉSE

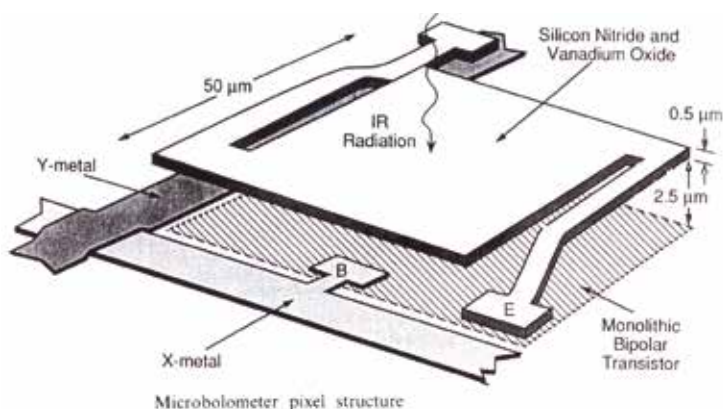
A napjainkban gyakran alkalmazott mátrixdetektoros hőkamerák esetén több ezer egyedi érzékelő mátrixszerűen elhelyezve „egyszerre” érzékeli a mérendő hősugárzást, tehát nincs szükség mechanikai kiterítőt egységre. Ezáltal a kamera mechanikailag egyszerűbb, kisebb méretű, könnyebb (és olcsóbb). Bár meglepően egyszerű az



» 1. ábra. Szkennelő hőkamerák elvi felépítése. 1 detektor, 2+5 objektív, 3 vízszintes eltérítő tükör, 4 függőleges eltérítő tükör, 6 tárgy, 7 mérésfelület (ábra: Infratec)



» 2. ábra. Mátrixdetektoros hőkamerák elvi felépítése. 1 detektor, 2 objektív, 3 tárgy (ábra: Infratec)



» 3. ábra. Mikrobolométer (hőellenállás-alapú detektor) sematikus felépítése (ábra: Honeywell Technology Center)

optikai sugármenet, az ördög azonban a részletekben bújik meg: az egyik fő probléma az, hogy a hőkép minden egyes képpontját egy-egy egyedi érzékelő alakítja át, amelyek karakterisztikája nagyon hasonlíthat a szomszédjához, de mégis mérhetően különbözik attól.

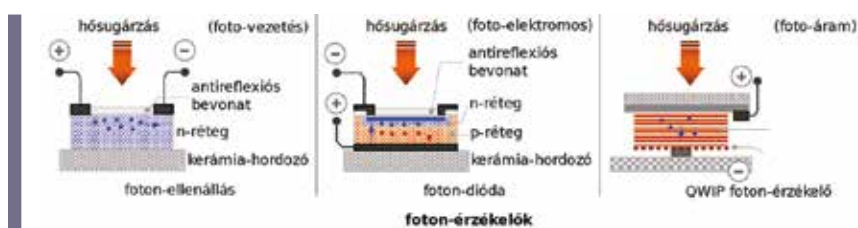
Az egyezőség hiányának kompenzálása komoly mennyiségű valós idejű képfeldolgozást igényel, de így sem érhető el a szkennelő rendszerek képhomogenitása. Mivel azonban a korszerű mátrixdetektoros hőkamerák – az alkalmazott érzékelőtechnológiától függően – most már 30 mK (vagy akár 20 mK) termikus felbontásra is képesek, és ez a legtöbb alkalmazáshoz elegendő, a szkennelő hőkamerák gyártása megszűnt.



» 4. ábra. Termikus detektorok működése (ábra: PIM)

KORSZERŰ MÁTRIXDETEKTOROS HŐKAMERÁK ÉRZÉKELŐI

A mátrixdetektoros hőkamerák érzékelőit tekintve alapvetően kétféle típust, termikus érzékelőket és fotondetektorokat különböztetünk meg. A termikus típusok működésé-



» 5. ábra. Fotondetektorok felépítése, működése (ábra: PIM)

nek alapja, hogy az infrásugárzás, azaz egy elektromágneses hullám energiája hatására felmelegsznek, és ennek következtében valamely fizikai (villamos) paraméterük megváltozik, amely változásból pedig a szükséges villamos jel kinyerhető.

A fotondetektorok ezzel szemben a fotonok számával arányos villamos jellet adnak, de működésükhöz alacsony, -150 °C és -200 °C közötti hőmérsékletre való lehűtésük szükséges. Hűtés nél-

kül a rendezetlen elektronmozgás gátolná a kihasználandó fizikai effektus létrejöttét.

INFRAVÖRÖS ÉRZÉKELŐK SPEKTRÁLIS ÉRZÉKENYSÉGE

Valamennyi érzékelőtechnológiát tekintve különféle hullámhossztartományra való érzékelők léteznek, a felhasznált anyagtól függően. A termikus detektorok – így az azok közé tartozó bolométerek, illetve mikrobolométerek – viszont gyenge termikus érzékenyséjük miatt csak a hosszuhullámú spektrális tartományra készíthetők. (Csak ebben a tartományban lehet elegendően nagy sugárzásintenzitásra számítani.) A 6. ábra áttekintést nyújt a műszaki lehetőségekről.

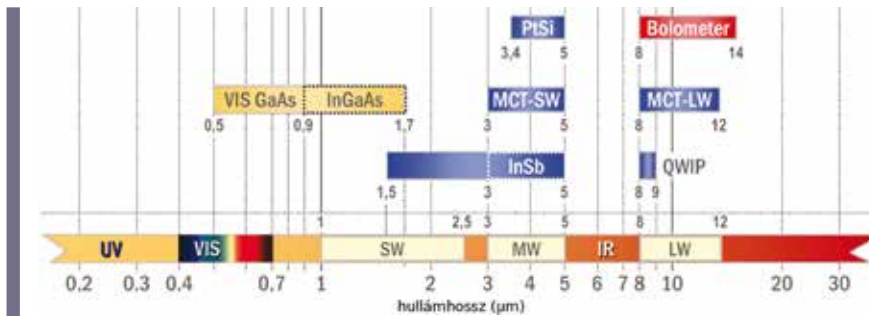
Fontos tudni viszont, hogy nemcsak az érzékelő hullámhossztartománya (spektrális érzékenysége) befolyásolja döntő mértékben a hőkamera alkalmazási területeit. A hőkamerák hullámhossztartományának

további behatárolása ugyanis az atmoszféra átviteli tulajdonsága miatt szükséges. A mérésre alkalmas átvittel rendelkező, úgynevezett atmoszferikus ablakok kialakítására rövid-, közép- és hosszuhullámú hőkamerák készülnek. Amíg a középhullámú, 3–5 μm -es hőkamerákkal nem lehet alacsony hőmérsékletű (például -80 °C -os) tárgyak hőmérsékletét mérni, addig a hosszuhullámú, 7,5–14 μm -es hőkamerákkal lehetetlen például üveg mögött lévő tárgyak hősugárzását érzékelni.

További alkalmazás-szempontról korlátok léteznek a nagy (több száz méteres) mérési távolságokkal kapcsolatosan: az ilyen feladatok csak hosszuhullámú hőkamerákkal oldhatók meg. Ezzel szemben égési folyamatok láng hőmérsékletének érzékelése a legtöbb esetben csak középhullámú hőkamerával lehetséges, de a fordított

ALAPVETŐ ÉRZÉKELŐTECHNOLÓGIÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Termikus detektorok	Fotondetektorok (kvantumdetektorok)
nem igényel hűtést (könnyű, kis energiafogyasztású hőkamerák készíthetők)	hűtést igényel
tömeggéyártásra alkalmas, így olcsó is	nagy termikus érzékenység és felbontás
kisebb termikus érzékenység, felbontóképesség és pontosság	nagy stabilitás és pontosság



» 6. ábra. Infraörös érzékelők hullámhossztartományai az érzékelők anyaga szerint (ábra: PIM)

feladat – a tárgyhőmérsékletek lángon keresztül történő érzékelése a lánghőmérséklet érzékelése nélkül – akár hosszuhullámú hőkamerával is megvalósítható.

Számos alkalmazáshoz (vékony fóliák hőmérsékletének érzékelése, gázzivárgások érzékelése, speciális mérőablakokon, például vákuumkamra ablakán vagy kemence mérőablakán keresztül történő mérések) pedig az adott anyaghoz megfelelő hullámhossz-tartományú hőkamerát és ezen túl

megfelelő infraörös szűrőket kell választani. Ez a feladat speciális tudást és tapasztalatot igényel, ezért a drága tévedések elkerülése érdekében célszerű szakemberre bízni.

HŐKAMERÁK KÉPFRISSÍTÉSI FREKVENCIÁJA

Mikrobolométeren alapuló mátrixos érzékelős hőkamerák például 9, 15, 30, 50, 60, 120 Hz-es vagy akár 240 Hz-es képfriesséssel is léteznek – függetlenül attól, hogy telepített

vagy hordozható (mobil) hőkameráról van szó. Lényegesen nagyobb, 850, sőt, 6000, illetve akár 9000 Hz-es képfriességi (pontosabban hőképmérési) frekvenciák is elérhetők a fotondetektoros hőkamerákkal. Hogy milyen képfriességi gyorsaság szükséges, az a mérendő tárgy hőmérséklet-változásának időállandójától, illetve mozgássebességétől, vagy éppen a hőkameránk mozgási sebességétől függ.

Folytatás a következő lapszámban.

» **Rahne Eric**



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



pim@pim-kft.hu

HATÉKONYSÁGMUTATÓ

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