

A képminőségre nézve döntő a hőmérséklet-felbontás

KORSZERŰ HŐKAMERÁK SZAKMAI SZEMMEL (VI.)

Ebben a részben a legelterjedtebb lencsákat és szerepüket (esetenként „mellékhatásukat”) vesszük számba, majd rátérünk a hőkamerák termikus felbontására, illetve a mérési képességet csak részben befolyásoló hőmérséklet-mérési tartományára.

Standard lencse A hőkamera detektorának pixelfelbontásától függően ezekkel az objektívekkel nagyságrendileg $20 \times 15^\circ$ – $30 \times 25^\circ$ látómezők mellett 2,4–0,6 mrad geometriai felbontás érhető el.

Teleobjektív A standard lencsékkel összehasonlítva tipikusan a látómező mindkét dimenziójának megfelelése mellett dupla olyan jó (számszerűen megduplázódott) geometriai felbontás érhető el. Vannak még „nagyobb” teleobjektívek is, amelyek a látómező méretei és a geometriai felbontás negyedelését vagy akár tizedelését nyújtják, ugyanilyen mértékben javítva a geometriai felbontást.

Nagylátószögű lencse A standard lencsékhez viszonyítva tipikusan a látómező mindkét dimenziójának megduplázása érhető el, de emellett felére csökken (számszerűen megduplázódik) a geometriai felbontás. Vannak úgynevezett szuperszéles nagylátószögű lencsék is, amelyekkel

a látómező méreteinek és a geometriai felbontásnak a négyszerezése érhető el (a geometriai felbontás negyedére való lerontása mellett).

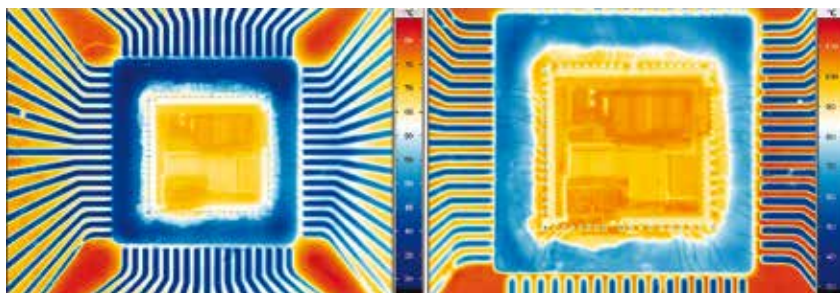
Előtétlencsék, makrolencsék Ezeknek a lencséknek az elsődleges szerepe a standard lencsék, illetve a teleobjektívek legkisebb mérési távolságának (minimális fókusztávolság) csökkentése, ezzel lehetővé téve, hogy nagyon kicsi tárgyakat is meg lehessen mérni a geometriai felbontás követelményének megfelelő kis távolságokból.

Mikroszkóplencsék A mikroszkóplencsék különleges kis tárgyak mérésére használatosak. Általában csak egyedi rendelésre gyártják őket, megjelenítési képességeik az optikai mikroszkópokhoz hasonlóak (természetesen a hősugárzás hullámhossztartományában). Gyakorlati hátrányuk a nagy méretük, a súlyuk és a költségük mellett az optikai törvényeknek megfelelő minimális mélységélességük.

ÁTGONDOLT ALKALMAZÁS SZÜKSÉGES

Külön fel kell hívni a figyelmet a nagylátószögű lencsék gyakran teljesen téves alkalmazására. Ha például az volt a gondunk, hogy a geometriai felbontás korlátjának betartása mellett meghatározott maximális mérési távolságból a mérendő tárgy (például kapcsolószekrény) csak egy részét lehetett egy-egy hőképen rögzíteni, akkor a látómező megnövelése céljából beszerzett nagylátószögű lencse alkalmazása nemhogy nem oldja meg a problémánkat, hanem még ront is a helyzetünkön. Ugyanis a mindkét irányban kétszeres látómezőt eredményező nagylátószögű lencse révén felére lerontott geometriai felbontás miatt a mérésünk már csak legfeljebb az eddigi távolság feléből végezhető el.

A mérésünk látómezeje tehát valójában mégsem nőtt meg (pont ugyanakkora maradt), viszont a kép torzítása mellett a tárgyfelület megtekintési szöge – elsősorban a széle felé – meglehetősen ferde is lehet. Ez pedig további negatív hatással van a mérésünk pontosságára és kiértékelhetőségére. (Megjegyzés: leginkább csak az épületek beltéri termográfiaja esetén van igazi létjogosultságuk a nagylátószögű objektíveknek. Más szakmákban való alkalmazásuk előtt gondosan kell átgondolni, hogy az elért nagyobb látómező mellett nem keletkezik-e más, akár nagyságrendekkel súlyosabb optikai, illetve mérés technikai hátrány.)

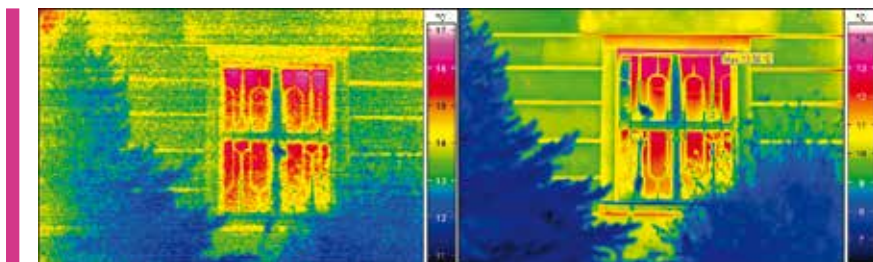


» Makrolencsével (balra), illetve mikroszkópjobjektív használatával (jobbra) elérhető hőképfelbontás (forrás: InfracTec)

HŐKAMERÁK TERMIKUS FELBONTÁSA

Különösen akkor, amikor a mérendő hőmérsékletek a hőkamera aktuális méréstartományának alsó határához közel vannak, a képminőséget döntően a hőmérséklet-felbontás határozza meg. A NETD (noise equivalent temperature difference) a hőkamera saját zajának effektív értéke, kifejezve az ugyanekkora villamos jelet eredményező tárgy-hőmérséklet-különbségben. Ezt a hőkamera hőmérséklet-felbontási képességét minősítő paramétert rendszerint 30 °C-on határozzák meg. Viszont fontos tény, hogy az érték a tárgy hőmérsékletének csökkentésével majdnem exponenciálisan megnő.

Az elmondottak alapján könnyen felismerhető, hogy vannak olyan hőkamera-alkalmazási területek, amelyek esetében a hőkamera termikus felbontóképessége az egyik leglényegesebb minőségi (méréstechnikai) tényező, mások esetében pedig számottevő jelentősége nincs. Kritikus paraméternek számít a termikus felbontás a következő alkalmazások esetében: » biológiai (orvosi, élettani, kutatási, környezetfigyelési) mérések » környezetvédelem, katasztrófavédelem (belvízfelmérés, árvízvédelmi gátak átázása) » épület-termográfia (lakóépületek, ipari létesítmények, hű-



» Balra nem megfelelő, jobbra megfelelő termikus felbontású hőkép (forrás: PIM)

tőházak) » vezetékhelyzetek meghatározása, nedvesség és szivárgás felderítése » hőérzékeny technológiák felügyelete » roncsolásmentes anyagvizsgálatok, aktív termográfiai mérések » extrém alacsony hőmérsékletek érzékelése.

HŐMÉRSÉKLET-MÉRÉSI TARTOMÁNY(OK)

Nagyon gyakran felmerül az igény, hogy a hőkamera tudjon „magasabb” hőmérsékleteket is mérni. Mintha ez valamilyen nehéz feladat lenne! De nem az. A legtöbb (akár legolcsóbb) hőkamera is minimum 120 °C-ig mér, de akár 200, 250 vagy 350 °C-ig kiterjesztett méréstartományú low cost és standard hőkamerák is vannak szép számmal. Sokkal érdekesebb kérdés, hogy a mérési képességük hány Celsius-foktól kezdődik, milyen felbontásban (hány bites digitalizálással), illetve hány választható méréstartományra felbontva fedik át a teljes mérési képességet. Ugyanis csak az összes felsorolt adat ismeretében derül ki, hogy milyen képességű, illetve mérési pontosságú (minőségű) az adott hőkamera.

Az első megemlítendő minőségi paraméter a hőmérsékletértékek digitalizálására vonatkozik. Léteznek 12, 14 vagy akár 16 bites készülékek, amelyek a kritikus legalacsonyabb (illetve egyetlen) méréstartományon belül 160, 200, 240 vagy akár 360 °C hőmérsékletet ölelnek át. A várható pontosság igen szélsőséges: egy 12 bites low cost hőkamera egyetlenegy, -10 °C és +350 °C közé eső méréstartománnyal éppen hogy 360 K/4096=±87,9 mK digitalizálási felbontással rendelkezik, egy pro-

fesszionális hőkamera (több választható méréstartománnyal) esetében ezzel szemben ez az érték 160 K/65536=±2,4 mK. Ez nagyságrendi különbség!

A második lényeges műszaki jellemző a hőkamera mérési tartományának alsó határa, mivel a Planck-féle sugárzási törvénynek megfelelően pont az alacsony hőmérsékletek mérése a legnehezebb (akkor csupán minimális mennyiségű sugárzást bocsátanak ki a testek). Ez a feladat tehát a méréstechnikailag gondot okozó, és – a már említett – NETD-tényezővel leírva a hőkamera saját zajára visszavezethetően a legkritikusabb. Ennek megfelelően a low cost hőkamerák legtöbbje éppen hogy 0 °C-tól képes kalibrált mérésekre, néhány típus büszkélkedhet -10 °C-os alsó határral, és csak nagyon ritkán fordul elő a -20 °C-os alsó határ. Ezzel szemben a hosszúhullámú profi műszerek már -40 °C-tól képesek specifikációjuknak megfelelően pontos (és kalibrált) mérésekre. Sok feladatnál (például épület-termográfiai külső méréseknél, biológiai vagy környezetvédelmi méréseknél) ez a hőkamera alkalmazhatóságát eldöntő paraméter, mert garantáltan előfordulnak akár messze 0 °C alatti hőmérsékletű mérőpontok is.

» Rahne Eric

SZÁMPÉLDA

Egy gyengébb minőségű hőkamera 30 °C-nál érvényes ±120 mK (±0,12 °C) hőmérséklet-felbontásából a gyakorlatban már 0 °C-on „könyvedén” ±0,25 °C-os zaj lesz. Mivel ez az érték pixelenként értendő, a teljes hőkép hőmérséklet-felbontása csupán 0,5 °C (mivel a pixelek elhelyezésüktől és egymástól függetlenül pont ellentétesen a maximumértéktől tévedhetnek). A hőképen vizuálisan is összefüggő felületként biztosan felismerhető felület hőmérsékletének viszont minimum a fenti érték kétszeresével kell eltérnie az öt körülvevő hőképpixelettől – tehát a felismerhetőség határát jelentő minimális hőmérséklet-eltérés jelen példában közel 1 °C!



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



pim@pim-kft.hu

HATÉKONYSÁGMUTATÓ

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