Pontos hőmérsékletmérés vagy látványos megjelenítés?

KÉPJAVÍTÁS HŐKAMERÁKNÁL (II.)

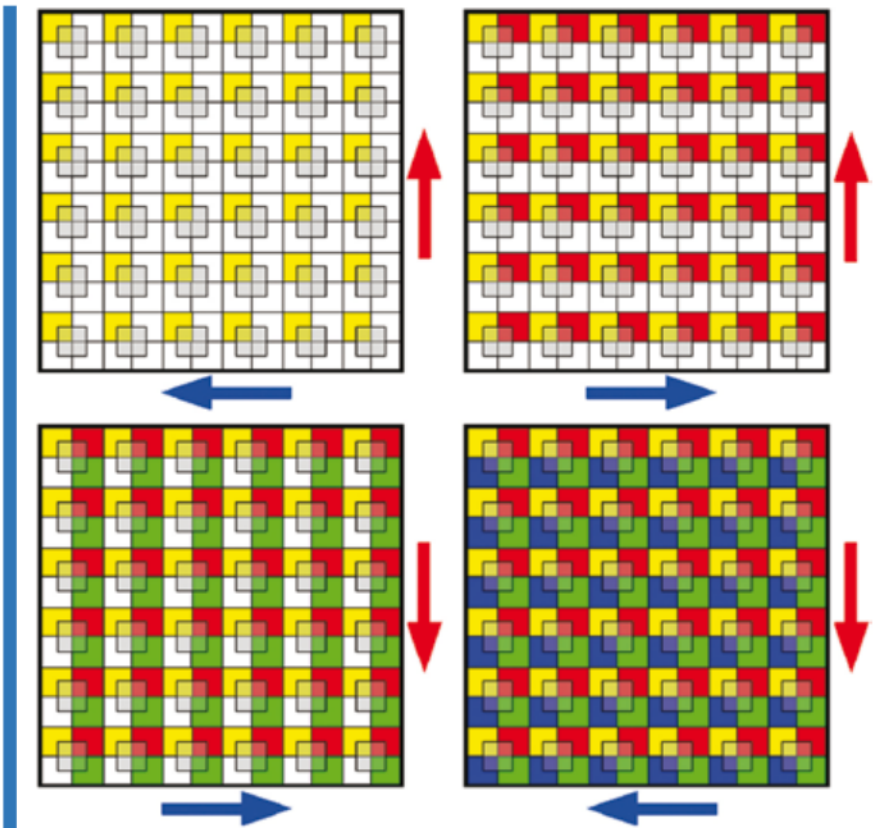
A hőkamerás méréseknél korrekt eredmény helyett sok esetben legfeljebb szépített grafikai megjelenítést, de rosszabb mérési adatokat kapunk. Így gyorsan igen drágává válik, ami olcsóbbnak látszott.

Előfordul, hogy egyes hőkamerák a korrekt mérési eljárásokkal csak látszólag azonos tudású technológiákat kínálnak, és a megfelelő ismertekkel nem rendelkező végfelhasználó előtt rejtve marad az adott hőkamera valós mérési képessége. A hőkamerával elérhető képminőséget, pontosabban a mérés részletességét javító módszerek közül első részünkben két szoftveres – és méréstechnikailag gyakran aggályos – eljárást mutattunk be, a mostani folytatásban egy ugyancsak esetenként problémás hardveres módszer ismertetése után a valós minőségnövelő és a csupán a megjelenítést „javító" eljárások közötti különbséget vesszük górcső alá.

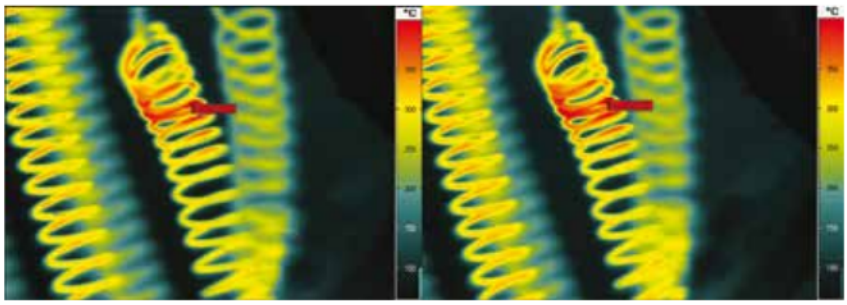
HARDVERES FELBONTÁSNÖVELÉS MICROSCAN ELJÁRÁSSAL

A mátrixos hőkamerákba beépített érzékelőmátrix felbontásának négyszeres pixelszámát az eddig elmondottak alapján megbízhatóan csak hardveresen érhetjük el. Ehhez az érzékelő mikromozgatásával vagy a beérkező sugárzás vízszintes és függőleges optikai eltérítésével tudjuk megváltoztatni – a hőkamerán belül – az érzékelőmátrixra vetített sugárnyaláb pozícióját. Így az eredetileg két-két elemi érzékelő (képpont) közötti üres helyre vetített sugárzás is érzékelésre kerül, és ezáltal a képalkotáshoz felhasználható. Közben a hőkamera geometriai felbontása minden esetben (kivétel nélkül) 33 százalékkal nő. Mivel ez a módszer nem a kezünk remegéséből indul ki, így ez természetesen állványra szerelt hőkamera esetében is alkalmazható.

Bár a microscan eljárás sem nevezhető éppen gyorsnak (0,5–1 s időigénye van egy-egy nagy felbontású hőkép készítésének), egyelőre mégis csak ez az egyetlen módszer ahhoz, hogy valós pixelű, extra nagy hőképeket készítsünk maximális geometriai felbontás mellett. Ilyen képességű hőkamerák például a Jenoptik VarioCAM készülékcsaládok tajgai, amelyek Resolution Enhancement elnevezéssel az ismertetett opcionális funkcióval rendelkeznek. A VarioCAM hr 640×480 képpontos detektorral ellátott hőkamerákkal microscan üzemmódban 1,23 millió képpontos, a VarioCAM HD 1024×768 képpontos detektoros hőkamerákkal pedig 3,15 millió képpontos – kizárólagosan valós mérési adato-



» *Microscan hardveres pixelfelbontás-növelés (valamennyi ábra forrása: PIM)*



» *640×480 képpont: max. 425 °C (balra), 640×480 detektor+microscan=1280×960 képpont: max. 428 °C (jobbra)*

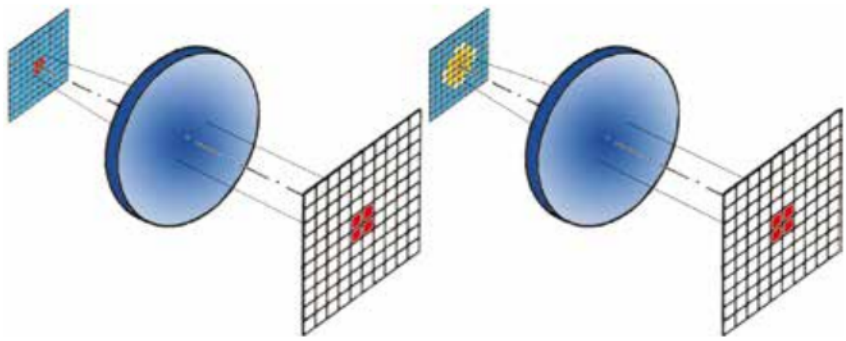
kat tartalmazó – hőképek készíthetők. Ez tehát módot ad arra, hogy igen nagy tárgyfelületeken a legrészletesebb méréseket végezhessük mindenféle utólagos hőkép-összeillesztés vagy egyéb beavatkozás nélkül.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a mérési adatok szempontjából az interpoláció nem javít a hőkamera pixelfelbontásán (sem a geometriai felbontásán), helyette meghamisítja a hőkép adattartalmát. A kézremegés-alapú felbontásnövelés ugyan jó lenne, csak túl kicsi a valószínűsége, hogy „összejön" a szükséges négy darab összeilleszthető felvétel. Az egyetlen korrekt módszer a hőképek pixelfelbontás-növelésére a microscanalapú eljárás, amely állványon mindenképpen biztosítja a négyszeres pixelfelbontást, és egyben garantálja a geometriai felbontás 33 százalékos javulását is. Kézben tartva pedig nagyobb valószínűséggel teszi lehetővé azt az eredményt, mint amelyre a microscan nélküli „kézremegéses" módszer képes.

FÓKUSZÁLÁS, MÉLYSÉGÉLESSÉG

Sajnos nemcsak a pixel- és a geometriai felbontás körül vannak téves állítások, hanem a hőkép tartalma és élessége (fókuszálása és mélységélessége) kapcsán is. Szakmai tévedés azt állítani, hogy a vizuális kép felhasználásával javítható lenne egy hőkép élessége vagy akár pontossága. A hőkép azonban egy pixelenkénti származtatott hőmérsékletadat, nem egy grafikailag feljavítható látványkép. Ne feledjük, méréstechnikai eljárásról beszélünk, amelynek célja a vizsgált tárgyak minél pontosabb hőmérsékletmérése! A színes művészeti alkotásoknak nem ez a helye.

Közismert, hogy a hőkamerák mélységélessége nagyon kicsi, nagyságrendileg kisebb a fényképezésben megszokottnál. Ennek oka, hogy a termográfiában használatos (a fényképezéshez képest relatívan érzéketlen) detektorok miatt nagy energiamennyiségre van szükség a megfelelő mérési pontosság (termikus felbontóképesség) eléréséhez. Ezt pedig nagy blende- és nagy lencseátmérőket tesz szükségessé, aminek viszont velejárója a mélységélesség csökkenése.



» *Egy forró „pont" optikai leképzése jó (balra), illetve rossz fókuszálás esetén (jobbra)*

Hogy ez milyen nagy problémát jelent, könnyen érzékelhető. A legkisebb fókuszálási pontatlanság használhatatlanul életlen hőképet von maga után, amely akár hatalmas mérési hibával is rendelkezhet. Ugyanis téves fókuszálás esetén a sugárzás egy ponthoz tartozó valós mennyiségének csak egy része esik az érintett érzékelőfelületre, a többi annak környékére vetítődik. Ez ahhoz vezet, hogy a tárgy helyi hőmérséklet-maximuma esetében alacsonyabb, helyi hőmérséklet-minimuma esetében pedig magasabb lesz a kijelzett érték a valóságosnál. Minél rosszabb a fókuszálás, annál nagyobb az eltérés a valós értéktől.

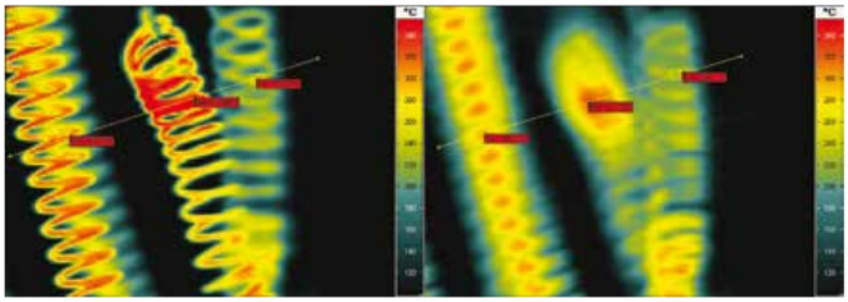
A 3. ábra jobb oldali képe mutatja, hogy rossz fókuszálás esetén az érzékelőmátrix korrekt leképzési felületére csak a beérkező sugárzás egy része esik, a többi sugárzás a környezetét éri. Tehát rossz fókuszbeállítás esetén mindig kevésbé szélsőséges minimum/maximum hőmérsékleteket mutat a hőkamera, mint amilyen a tárgy felülete a valóságban. Ez a hiba akár a 20-30 százalékot is elérheti.

A LÁTVÁNY NEM MINDEN

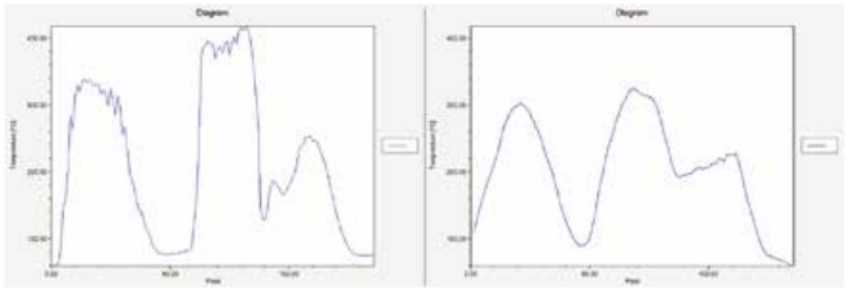
A hőképek minőségének javítására a hőkameragyártók sokféle megoldást igyekeznek felkínálni. Ezek közül a legtöbb viszont csak a látvány feljavítására – tehát nem a mérési adatok pontosabbá tételére – képes. A cikk első részében már bemutatásra került, hogy az interpoláció nem képes a hiányzó geometriai felbontást pótolni. Szintén nem alkalmas az interpoláció a rossz fókuszálás helyesbítésére sem. Erre azonban sok más módszer sem képes annak ellenére, hogy az azokat szorgalmazó hőkameragyártók és -forgalmazók éppen azt propagálják, hogy használatukkal pontosabb vagy élesebb hőképeket lehet készíteni.

➲

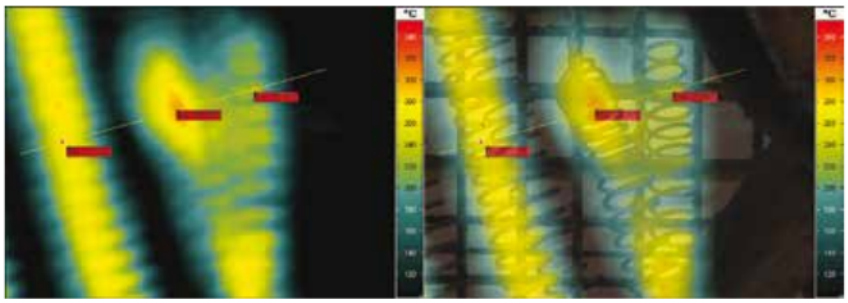
Érdemes megvizsgálni, hogy az elterjedt és közkedvelt kompozit megjelenítés (hőkép rávetítése a fényképre) mint „javítóeljárás" mire képes. Mivel e módszer sem több mérési adatot nem generál, sem nem javítja az érzékelt hősugárzás optikai leképzését a detektorra, hiába készítünk látványos hőképeket, a mérési információtartalmuk és pontosságuk nem javul. A kompozit ábrázolás (akárhogyan nevezzük, legyen ez kép a képben, fúzió vagy bármilyen más kereskedelmi csodaelnevezés) csak egy látványjavító eszköz, amely a hőkameránk mérési képességén nem javít, az adatok sem lesznek pontosabbak. Gyakran éppen ellenkező hatása van, mivel ugyanis a rávetítés miatt nem lesznek kellően szembetűnőek az esetleges mérési/beállítási hibák, és így a pontatlan mérés és annak következményei sem.



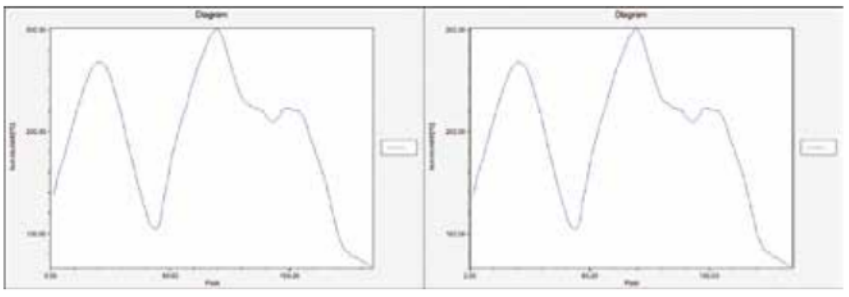
» *Balra éles, jól fókuszált hőkép (max. 417 °C), jobbra életlen felvétel (max. 321 °C)*



» *A fókuszálás hatása. Balra éles, jobbra életlen hőkép vonal menti hőmérsékletgörbéje*



» *Nagyon rossz fókuszálású (vagy akár elégtelen geometriai felbontású) hőkép (balra) helytelen feljavítása kompozit megjelenítéssel, illetve „fúzió" alkalmazásával, max. 301 °C (jobbra)*



» *Az eredeti (balra) és a látványban „feljavított" hőkép (jobbra) megegyező vonal menti hőmérsékletgörbéje*

EGYEDÜLÁLLÓ ELJÁRÁSOK?

Elsősorban azok a cégek, amelyek nem igazán a mérési hőkamerák világából nőtték ki magukat (hanem például a katonai infravörös felderítésből és célkövetésből), alkalmaznak a piacon olyan hirdetéseket, amelyek szerint újabb és újabb egyedülálló eljárásokkal képesek a hőképek minőségét javítani. Állításaik között szerepel, hogy módszereikkel pontosabb mérés érhető el, élesebb és jobban analizálható hőképek készíthetők a hőmérséklet-információk veszteségének csökkentése mellett. Ezzel szemben a meghirdetett módszerek szakmai áttekintése során fény derül arra, hogy ezek a kijelentések gyakran félrevezetők. Jó példa ilyen alaptalan állításokra a FLIR cég legújabb MSX-technológiája.

(Folytatjuk.)

» **Rahne Eric**

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

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