

Makkay Imre

A „THERMO PRO TP8S” HŐKAMERA ÉS ALKALMAZÁSA REPÜLŐGÉPEK DIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLATA SORÁN

A termo-diagnosztika a repüléstechnikai vizsgálatok sorában még fiatal eljárásnak tekinthető, melynek oka első sorban az eszközök elérhetőségében és a lehetséges eljárások ismeretének hiányában kereshető. A „THERMO PRO TP8S” hőkamera műszaki paraméterei, eddigi ipari alkalmazási tapasztalatai ígéretes lehetőségeket takarnak, melyek hasznosítására a repüléstechnikai eszközök üzemeltetése, karbantartása, javítása során nagy igény mutatkozik.

Kulcsszavak: termo-diagnosztika, hőtérkép, hőkamera,

BEVEZETÉS

A „THERMO PRO TP8S” jelenleg az élvonalat képviseli tudás és integrált szolgáltatások terén a kézi hőkamerák palettáján. Több technológia összevonásával és az IR területen új szolgáltatások kifejlesztésével épült meg. Az erős és ellenálló alumínium-ötvözet burkolatban az ipari mérések, ellenőrzések nélkülözhetetlen eszközévé válhat növelve ezek hatékonyságát és termelékenységét.

Két változat érhető el, a Thermo ProTM TP8 és a standard változata a TP8S – ami az előzőtől csupán abban különbözik, hogy nem tartalmazza a Bluetooth adatátviteli technológiát és a hangvezérlési funkciót, valamint a mérési tartománya -20-tól 600 C°-ig terjed.

A repülő eszközök üzemelése során számos – eddig mérőeszköz hiányában felderítetlen – szélsőséges hőterhelésű berendezése hibásodott meg, amelyek az időben végrehajtott ellenőrzésen kiszűrve a cserét/javítást végrehajtva nem vezettek volna eseményhez.

Az üzemi hőmérséklet ellenőrzésén túl a roncsolás mentes diagnosztikai eljárásokban is alkalmaznak hőkamerákat a külső gerjesztés hatására végbement elváltozások indikálására.

A cikkben – a kutatások, fejlesztések és az eljárások kidolgozása, széles körű szakmai közösség tájékoztatása céljából – a THERMO PRO TP8S lehetőségeit és korlátait mutatjuk be – utalva néhány megvalósult illetve tervezett alkalmazásra.

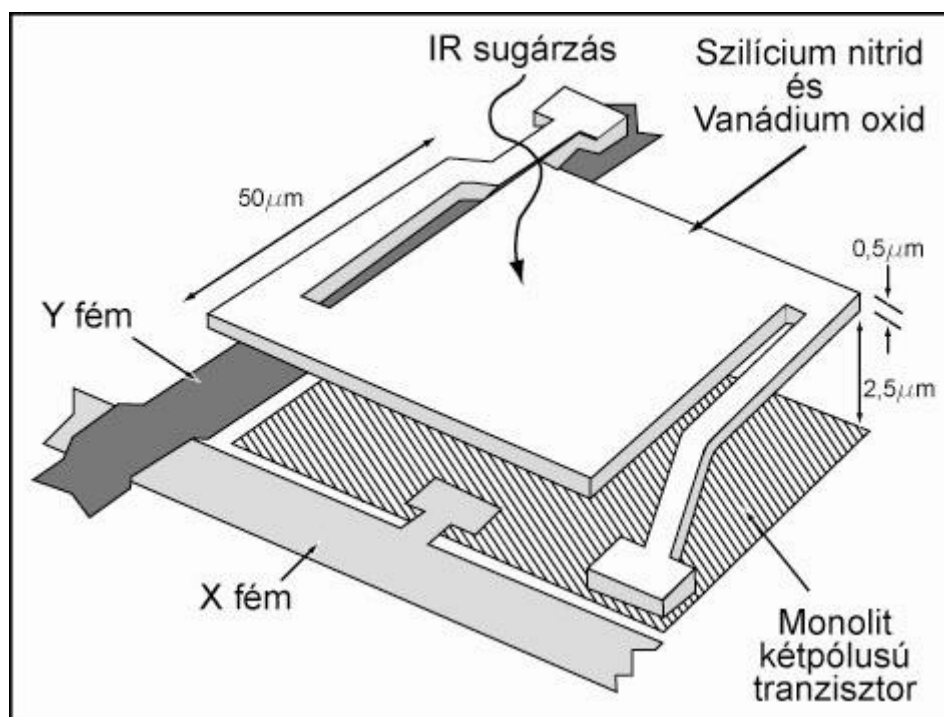
A TERMOGRÁFIÁRÓL – RÖVIDEN

A környezetünk tárgyait jellemző hőenergia tartalom és annak változása mérhető, számértékkel is megadható mennyiség. A hő átadása hővezetés, hőáramlás, vagy hősugárzás formájában történhet. A hővezetés első sorban szilárd testekben jön létre, a hőáramláshoz mozgó közeg szükséges, a hősugárzás viszont vákuumban is terjedő, elektromágneses sugárzásnál és abszorpciónál is

bekövetkező, fényhez hasonló viselkedésű jelenség. A sugárzott hő sem egyértelműen származtatható, mert a reflektált, emittált és transzmittált sugárzások összegét látjuk a hőkameránkkal – ami a gyakorlati méréseknél okozhat meglepetést..

A hőkamerák „filmje” a mikrobolométer. Története nem túl messzire nyúlik – a 80-as években a Texas Instruments kapta az állami megbízást hűtés nélküli infravörös érzékelők kifejlesztésére. Az amerikai kormány azóta is ellenőrzése alatt tartja ezt a technológiát – megtartva befolyását a gyártók szűk körére.

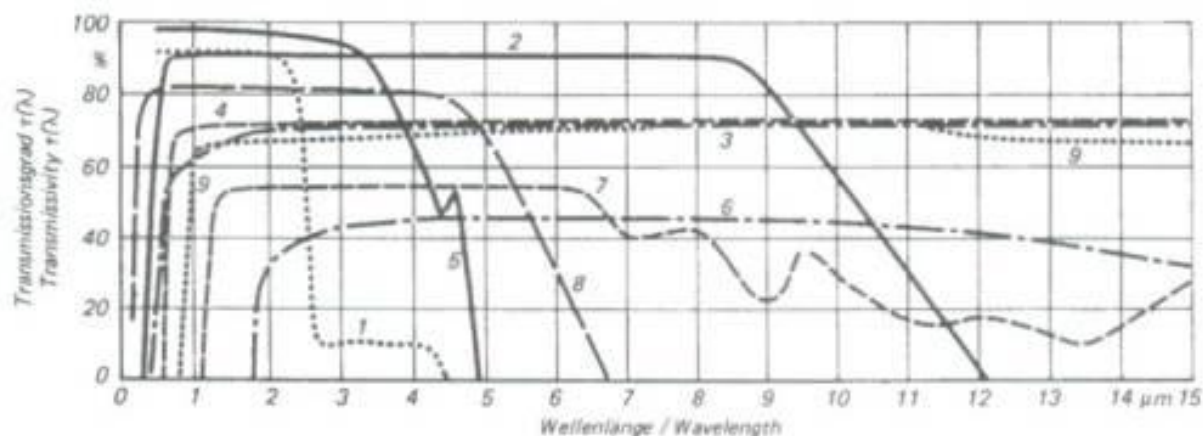
A mikrobolométerek a hőmérséklet változását a vanádium oxid rétegük elektromos ellenállásának változásával érzékelik. A 7-14 μm -es hullámtartományban működnek, egy-egy elem mérete 0,025 x 0,025 mm. Az érzékelő elemek mögött aktív erősítő áramkörök biztosítják a megfelelő kimenő jelszintet.



1. ábra. A mikrobolométer konstrukciója¹

A mikrobolométerekből felépített érzékelő – esetünkben 384 x 288 méretű panelt képvisel – minden pontja külön „kikérdezhető”, azaz a képernyőn szemmel alig megkülönböztethető pont hőmérséklet változását a mérőrendszer már ki tudja mutatni. Ez teszi lehetővé, hogy „távhőmérőként” használjuk a hőkamerát – azaz a kép bármely pontjának hőmérsékletét numerikusan is meg tudjuk jeleníteni.

A hőkamerák másik kritikus eleme a lencse, amely a környezet hőképét az érzékelő panelre vetíti. Mivel a hő a lencsén át jut be a kamera belsejébe, ezért azt ideálisan a teljes hullámtartományban jól kellene vezetnie. Bár tudjuk, hogy a sugárzott hő a fényhez hasonlóan terjed, az üveg lencse ebben az esetben teljesen használhatatlan. Az ábrán néhány anyag hővezetését hasonlították össze.



2. ábra. Az anyagok hővezetésének összehasonlítása a hullámhossz függvényében²

1-optikai üveg; 2-kalcium-fluorid (CaF), 3-cink-szelenid (ZnSe), 4-KRS-5, 5-kvarc üveg, 6-germánium, 7-szilícium, 8-lítium-fluorid, 9-chalogénid üveg IG-2

A germánium és a szilikon terjedt el legjobban, az áruk, a megmunkálás nehézsége miatt is igen magas, eléri a hőkamera árának 50%-át. Általában több, különböző látószögű lencsével árulják a hőkamerákat. Ez még mindig olcsóbb és méreteket tekintve is kezelhetőbb, mint ugyanezt zoom-os kivitelben elkészíteni.



1. kép. A hőkamerához általában több, fix fókuszú lencse csatlakoztatható³

A termográfia egyre szélesedő területeken bizonyítja hasznosságát. Az orvostudomány, a humán és állatgyógyászat, a mezőgazdaság, természetvédelem, ipari folyamatok, közlekedés, katasztrófhelyzet és a védelmi célú alkalmazások – nem zárva a folyamatosan bővülő sort – már állandó alkalmazói a termográfiának és megrendelői a különböző hőkameráknak.

Mindezeket szem előtt tartva tekintsük át a TERMO PRO TP8 és TP8S által kínált lehetőségeket!

TERMO PRO TP8, -TP8S

A Thermo-Delta Kft. <http://www.thermodelta.hu/thermooro-tp8.html> ismertetője alapján

THERMOPRO™ TP8 és TP8S a csúcskategóriás IR hőkamerák

A professzionális hőkamerák új irányadója, az első hang-vezérelt IR kamera. Több technológia összevonásával és az IR területen új szolgáltatások kifejlesztésével, a Guide megalkotta a ThermoPro TP8 hőkamerát. Az erős és ellenálló alumínium-ötvözet burkolatba öltöztetett ThermoPro TP8, és TP8S kínálja új tulajdonságait és széles felhasználási lehetőségeit, melyek példátlan hatékonyságot és termelékenységet tesznek lehetővé.



2. kép. A Thermo Pro™ TP8 és Thermo Pro™ TP8S kamerák ⁴

Elérhető a Thermo Pro™ TP8 kamera standard változata is, a TP8S. A TP8S tulajdonságaiban és paramétereiben megegyezik a TP8 készülékkel, azzal a különbséggel, hogy nem tartalmazza a Bluetooth adatátviteli technológiát és a hangvezérlési funkciót, valamint a mérési tartománya -20-tól 600 C°-ig terjed.

Új generációs nagy teljesítményű IR érzékelő

Az utolsó generációs nagy teljesítményű infravörös 384×288 képpontos érzékelő (35μm× 35μm). a kamera rendkívül nagy felbontást, nagy érzékenységet, és pontosságot nyújt. Mindezt valós idejű, zajmentes 16-bites hőképen jeleníti meg.

Hődetektor és 1280×1024 képpontos vizuális kamera egyesül egy berendezésben. Adatmentéskor egyszerre kerül tárolásra a nagy felbontású hőkép, és a digitális kép; egy név alatt. A beépített lézer célzó megkönnyíti a készülék használatjának beazonosítani a hőképen kimutatható melegek valódi helyét a vizsgált objektumon.

Összetett mérési módok

Egy célkereszt automatikusan meghatározza a legmelegebb pont helyét és hőmérsékletét a vizsgálati képen. A másik célkereszt mindig a kép középpontját mutatja, és az ott látható referenciapont hőmérsékletéről ad információkat a további vizsgálathoz.

Hang- és szín-riasztás: hangriasztás hallatszik, amikor a képen bármely pont hőmérséklete meghaladja a kezelő által beállított határhőmérsékletet. Alacsony akkufeszültségnél a hang- és vizuális-riasztás szintén bekapcsol.



3. kép. A hőkamera és a külső vezérlő egységre csatlakoztatható képernyő⁵

Nyolc pont és nyolc terület analízise egy időben, vonal profil, izotermaelemzés, és a 1-10x digitális zoom funkció segíti a teljes körű és alapos vizsgálatot a lehetséges hibák pontos beazonosítása érdekében.

Valós-idejű radiometrikus felvétel és JPEG képtárolás

A nagy kapacitású SD kártya szolgál a valós idejű felvétel alapjául. Folyamatos felvétel lehetséges a mozgó objektumokról különböző frekvenciatartományban.

A 2GB SD memória elegendő helyet biztosít mind a teljesen radiometrikus felvételnek, és JPEG képeknek, összekapcsolva a hőmérsékletméréssel és a hang jegyzettel. Ezek mindegyike egyszerűen és gyorsan letölthető a kameráról a számítógépre.

Bluetooth hangfelvételi technológia

30 másodpercnyi, vagy akár több digitális hangjegyzet kapcsolható minden képhez. Vezeték nélküli adatátvitel, és kapcsolat növeli a vizsgáló személy biztonságát.

Intelligens automatikus beszéd felismerő rendszer

Kamera irányítása csak hanggal. Szabad felhasználói kezeket, és páratlanul hatékony munkát tesz lehetővé

Utólagos adatfeldolgozó szoftver

Lehetőség van kiterjedt hőmérséklet tartományban való mérésre, képfeldolgozásra és jegyzőkönyv készítő funkció alkalmazására, az egyszerű felhasználású, Windows alapú szoftver automatikusan készíti el a jelentést, és archiválja a hő- és digitális képet, a videót és hangot, növeli a termográfiai szakemberek hatékonyságát és termelékenységét.

USB OTG interfész (Ethernet, printer, egér stb. csatlakoztatására). A fejlett USB OTG technológiát még soha nem használták IR kameráknál, a kamera képes úgy dolgozni, hogy közvetlen kapcsolatba lép olyan változatos USB egységekkel, mint az Ethernet modul, külön számítógép alkalmazása nélkül.

Műszaki tulajdonságok

Képfeldolgozás	
Hullámhossz tartomány:	8-14 μ m
Hőérzékenység::	0,08 °C 30 °C-on (Kép frissítési átlag algoritmus)
Látószög/Fókusz:	22 x 16 / 35mm
Fókusz:	Automatikus vagy motorizált
Elektronikus zoom:	x1 --> x10 folyamatos zoomolás
Digitális kép	
Beépített digitális videó:	CMOS érzékelő, 1280x1024 pixel, 32768 szín
Képmegjelenítés	
Kiterjesztett kijelző:	3.5" magas szín felbontású VGA LCD, 640x480 pixel
Kereső:	0.6" beépített nagy felbontású OLED, 640x480 pixel
Videó kimenet:	VGA / PAL / NTSC
Kép megjelenítés:	Hőkép / Digitális kép / Kép a képen
Ember-készülék kommunikáció	
Érintő képernyő:	Mutatja és fogadja a kezelő parancsait egy érintésre
Automatikus hangfelismerő rendszer:	Automatikusan beazonosítja és intézkedik a kezelő hang parancsaira

Kézi távirányítás:	Kezelő szerinti utasítások alapján működik
Joystick és gombok:	Kezelő szerinti utasítások alapján működik
Menü:	Microsoft Windows stílus, Magyar nyelvű
Mérési jellemzők	
Hőmérséklet tartomány:	TP8 -20°C - +800°C (opcionálisan -40 °C - +2000°C) TP8S -20°C - +600°C (opcionálisan -40 °C - +2000°C)
Pontosság:	±1°C vagy ± 1% mérésnél
Mérési módok:	Automatikus hideg/meleg pont keresés, riasztás beállított hőmérséklet alatt/fölött, 10 mozgatható pont és terület, vonal profil, hisztogram, izoterma
Emisszivitás:	Változtatható 0,01 és 1,00 között (0,01-os léptékkal)
Mérési tulajdonságok:	Automatikus korrekció távolság, páratartalom, környezeti levegő és külső lencse alapján
Optika áteresztés korrekciója:	Automatikus, az érzékelt jel alapján
Képtárolás	
Típus:	Cserélhető 2GB SD kártya, vagy belső flash memória
Fájl Formátum:	JPEG (tartalmazza a hőképet, vizuális képet, hangjegyzetet és minden szöveges megjegyzést)
Hangjegyzet:	60 sec/kép, Bluetooth headset
Szöveges megjegyzés:	Beállított szöveg kiválasztásával
Videó rögzítése, mérés, tárolás	
Felvétel:	Hővideó felvétel számítógépre USB2.0 keresztül
Mérés:	Hasonlóan a képekhez
Tárolás:	A PC merevlemezén
Opcionális lencsék	
Látómező/Fókusz	7,7° x 5,8° /100mm
	45,6° x 35° /16mm
Lézer kereső	
Osztályozása:	II. oszt. Félvezetős lézer
Áramellátás	

Akkumulátor típusa:	Tölthető Li-ion kamera akkumulátor
Töltési rendszer:	Kamerán keresztül, vagy kamerán kívül töltőben
Akkumulátor működése:	Kb. 2,5 óra folyamatos működés
Külső áramforrás:	AC adapter 110/220 VAC, 50/60 Hz
Csatlakoztatás	
USB2.0	Valós idejű adatátvitel PC-re, és kamera vezérlés
RS 232	Kamera vezérlése PC-ről

ZÁRÓ GONDOLATOK

A bemutatott hőkamera kiváló paraméterekkel rendelkezik a repüléstechnikai diagnosztikai vizsgálatok – eddig nem kellően művelt – hő-tartományú méréseinek végrehajtásához. A sokoldalú felvételi lehetőség és a hozzá társuló naplózó és kiértékelő funkció messzemenően kiszolgálja a méréseket végző szakemberek és szervezetek igényeit és elvárásait.

A Fedélzeti Rendszerek Tanszék oktatói, kutatói évek óta folytatnak kutatásokat a termodiagnosztikai mérések eszközei és eljárásai terén – erről több publikációban beszámoltak. A jelenleg bemutatott új eszköz ezt a tevékenységet tovább segíti és rövidesen az eredményekről is megosztjuk a – megfelelő kör számára publikus – híreket.

Végül köszönet illeti a Thermo-Delta Kft.-t a többéves szakmai és a jelen ismertető megszületéséhez nyújtott támogatásáért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

¹ <http://www.thermodelta.hu/images/mikrobolometer.jpg>

² http://www.globalfocus.hu/pic_articles/Azinfravoros_files/image026.jpg

³ http://www.axis.com/products/video/camera/about_cameras/img/ta-lenses_q1921.jpg

⁴ http://www.thermodelta.hu/images/tp8_tp8s.jpg

⁵ http://www.thermodelta.hu/images/tp8_3.jpg