



TERMOCAMERA E RADIAZIONE INFRAROSSA IR

L'irraggiamento è il processo fisico mediante il quale il calore si propaga nello spazio vuoto. Questo consiste nell'emissione di particolari radiazioni, le onde elettromagnetiche.

Tutti i corpi emettono e assorbono radiazioni elettromagnetiche.

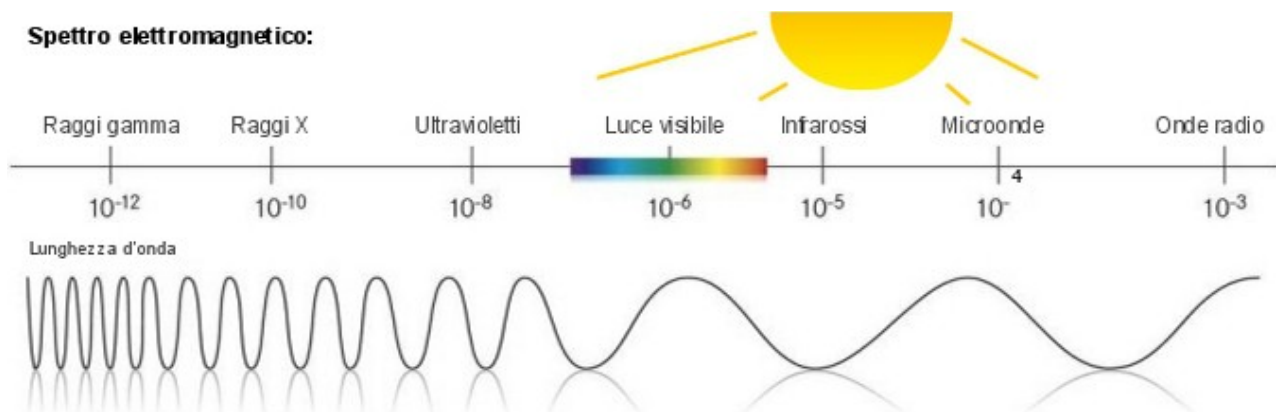
[ONDA: Un'onda è un'oscillazione che, generata in un punto, si propaga nello spazio, trasportando energia ma non materia.]

Un'onda elettromagnetica è una perturbazione di natura simultaneamente elettrica e magnetica che si propaga nello spazio e che può trasportare energia da un punto a un altro.

Con il termine radiazione termica di un corpo si intende l'insieme delle radiazioni elettromagnetiche emesse dal corpo per effetto della sua temperatura. In particolare, le onde che percepiamo come calore sono dette radiazioni infrarosse perché hanno frequenze minore della luce rossa.

[Quando un corpo assorbe più radiazioni di quante ne emette, aumenta la propria energia interna e si riscalda; viceversa, quando emette più

radiazioni di quante ne assorbe, riduce la propria energia interna.]



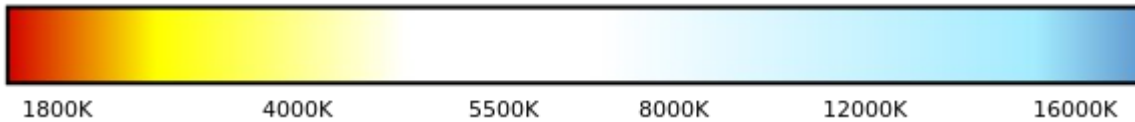
I nostri occhi riescono ad individuare la radiazione elettromagnetica che costituisce lo spettro della luce visibile. Tutte le altre forme di radiazioni elettromagnetiche, come gli infrarossi, alle quali l'occhio umano non è sensibile.

La fonte principale della radiazione infrarossa è il calore, o la radiazione termica. Qualsiasi oggetto ad una temperatura superiore allo zero assoluto ($-273,15^{\circ}\text{C}$ o 0 K), emette radiazioni nell'area dell'infrarosso. Anche se i nostri occhi non riescono a vederlo, le terminazioni nervose della nostra pelle lo avvertono come calore. Più caldo è l'oggetto, maggiore è la quantità di radiazioni infrarosse emesse.

I corpi caldi emettono luce visibile, il cui colore dipende dalla temperatura. I corpi che invece si trovano a temperatura ambiente, o quelli ancora più freddi, non ci appaiono luminosi; anch'essi, tuttavia, emettono radiazioni elettromagnetiche.

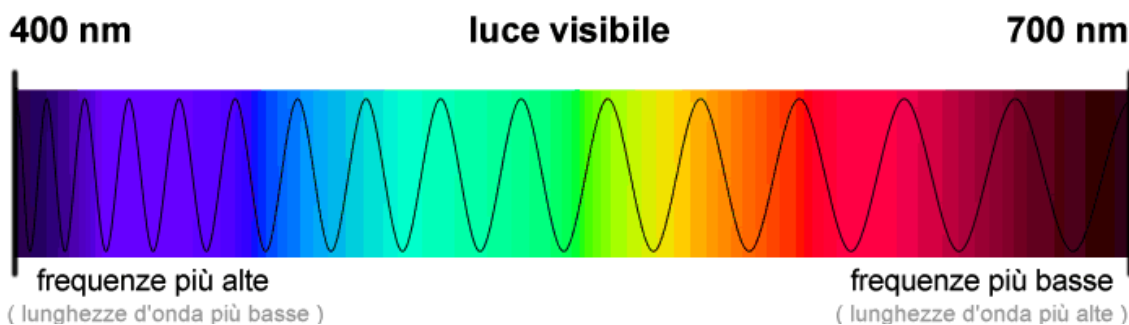
Guardando attraverso la termocamera possiamo constatare che i corpi più caldi nell'ambiente sono quelli rappresentati in colorazioni tendenti al rosso, mentre i più freddi sono quelli che tendono al blu. Questo però non corrisponde alla realtà: infatti, i corpi più caldi emettono radiazioni blu e, viceversa, quelli che hanno temperatura inferiore emettono radiazioni rosse. Possiamo verificarlo osservando le stelle: le giganti rosse hanno una temperatura inferiore delle nane blu.

Una temperatura di colore intorno ai 2000 K corrisponde al colore arancione. A valori di temperatura inferiori, nello spettro elettromagnetico, corrispondono il [rosso](#) e, ancora più in basso, l'[infrarosso](#), non più visibile; mentre in ordine crescente la luce è dapprima bianca, quindi azzurra, violetta e [ultravioletta](#).



Contrariamente al senso comune, la luce definita come "calda" (ovvero con tonalità tendenti al rosso-giallo) ha una temperatura inferiore a quella definita "fredda" (tendente all'azzurro chiaro-bianco). Il colore blu infatti ha energia maggiore (avendo una frequenza maggiore) di conseguenza emetterà più calore della luce rossa (che ha una frequenza minore) come dimostrato dalla legge di Planck.

Legge di Planck $E = hv = hc/\lambda$



Lo spettro luminoso emesso da un corpo nero presenta un picco di emissione a una certa lunghezza d'onda, determinata, in base alla legge di Wien, dalla sua temperatura.

$$\lambda_{\max} = b/T$$

- λ_{\max} = lunghezza d'onda espressa in metri in corrispondenza della quale il corpo radiante, supposto ideale, emette la massima radiazione, vale a dire emette la massima potenza (per unità di superficie).
- b = costante dello spostamento di Wien ($2,8977685 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$).
- T = temperatura assoluta, in Kelvin, della sorgente.

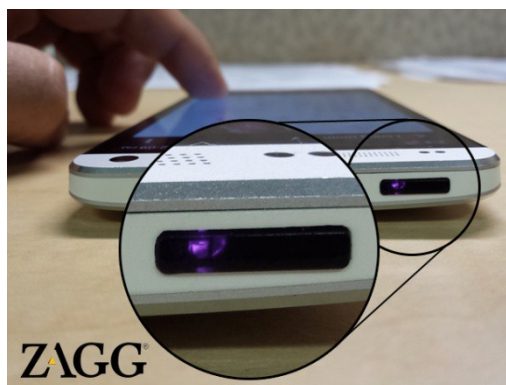
Sensore IRDA

L'IrDA è una porta ad infrarossi che permette di collegare fra loro (e senza l'uso di fili), dispositivi che adottano questo standard.

IrDA permette la creazione di reti di tipo [PAN](#) ed è uno standard diffuso globalmente. È largamente adottato su [computer portatili](#), [cellulari](#).

[Il [bluetooth](#), che è uno standard di trasmissione [radio](#), ha tuttavia soppiantato la trasmissione a infrarossi su alcuni dispositivi.]

IrDA sta per Infrared Device Application, e permette la comunicazione point to point tramite infrarossi. I dispositivi devono vedersi fisicamente (LoS, ossia line of sight) con una distanza da 1 a 2 metri e un trasferimento dati di 4 Mbps. La luce infrarossa non attraversa nessun corpo solido, e persino un vetro interposto tra le due fonti potrebbe attenuare notevolmente il segnale.



La Termocamera

La termocamera è una particolare [telecamera](#), sensibile alla [radiazione infrarossa](#), capace di ottenere immagini.

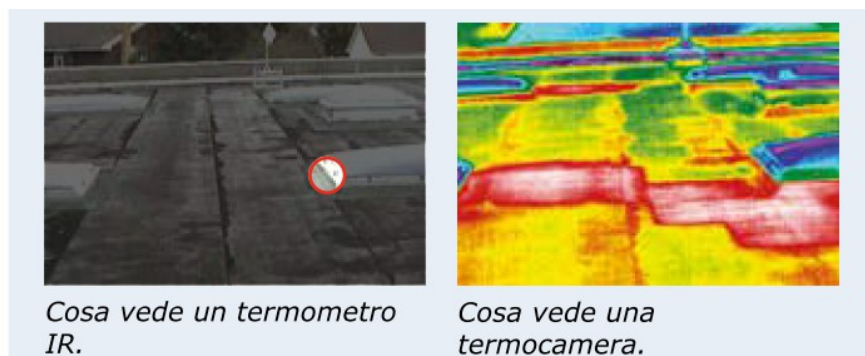
Una termocamera registra l'intensità della radiazione nella parte infrarossa dello spettro elettromagnetico e la converte in un'immagine visibile.



L'energia all'infrarosso (1) emessa da un oggetto viene fatta convergere dai componenti ottici (2) verso un detector all'infrarosso (3): Il detector invia le informazioni al sensore elettronico (4) per l'elaborazione dell'immagine. L'elettronica traduce i dati provenienti dal detector in un'immagine (5) visibile direttamente nel mirino oppure sullo schermo di un monitor standard o su un LCD (liquid crystal display).

La termografia è l'arte di trasformare un'immagine ad infrarossi in un'immagine radiometrica, su cui è possibile leggere i valori della temperatura. Quindi ogni pixel nell'immagine radiometrica è in effetti una misurazione di temperatura. Affinché ciò sia possibile, nella termocamera ad infrarossi vengono introdotti degli algoritmi complessi.

I termometri all'infrarosso (IR) sono strumenti affidabili ed estremamente utili per misurazioni della temperatura su punti singoli. Una termocamera FLIR è in grado di effettuare la scansione su aree molto estese. Equivale ad utilizzare migliaia di termometri ad infrarossi contemporaneamente. Le termocamere FLIR sono in grado di misurare le temperature di un'intera immagine.



Cosa vede un termometro IR.

Cosa vede una termocamera.

I due obiettivi della termocamera

Le immagini termiche pure sono belle, ma non forniscono molti dettagli fisici. Ecco perché FLIR ONE, con la tecnologia MSX, fonde le immagini termiche con quelle nel visibile, per incorporare i particolari e dettagli fisici nella lettura termica pura. Con la tecnologia MSX, FLIR ONE cattura ciò che nient'altro può acquisire.



IMMAGINE TERMICA IMMAGINE NEL VISIBILE DETTAGLIO ESTRATTO IMMAGINE COMPOSTA

Ogni volta che si cattura un'immagine termica con FLIR ONE, viene scattata anche una foto, che fornirà i dettagli fisici da integrare nell'immagine termica originale.

FLIR ONE misura la temperatura in qualsiasi punto dell'inquadratura, tra -20 °C e 120 °C , e rileva differenze di temperatura con una sensibilità di $0,1\text{ °C}$.

Riflessi

Alcuni materiali, come la maggior parte dei metalli, riflettono le radiazioni termiche in modo simile a quello in cui uno specchio riflette la luce visibile. I riflessi possono causare una cattiva interpretazione dell'immagine termica; il riflesso della stessa radiazione termica dal corpo dell'operatore o da una lampadina su una superficie termicamente omogenea può causare una lettura di temperatura errata.



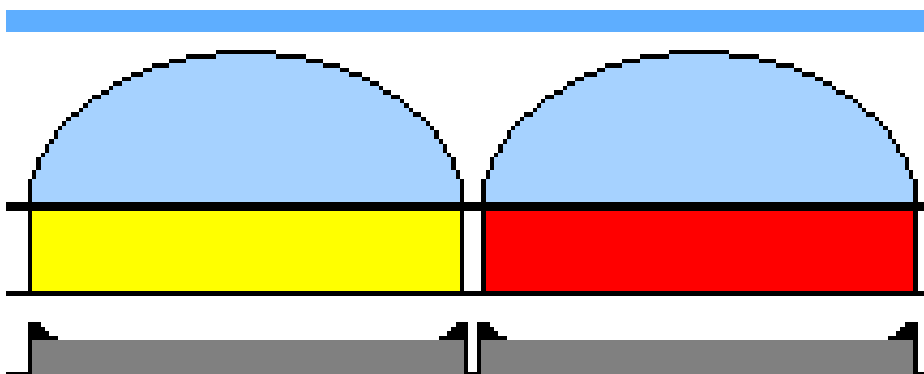
La finestra riflette la radiazione termica, quindi per una termocamera la finestra agisce come uno specchio.

I raggi infrarossi vengono riflessi, mentre la luce visibile solo in minima parte, perché la rifrazione dipende dalla capacità della luce di attraversare il materiale dato, quindi dalla lunghezza d'onda della luce e dalle proprietà del materiale.

Funzionamento fotocamera smartphone

Le fotocamere hanno, al di sotto della lente che si vede (1), una griglia composta da pixel foto sensibili (4), veri e propri elementi fisici quindi che sono in grado di rilevare la quantità di luce che li colpisce. La luce che li colpisce viene poi convertita nei colori che andranno a comporre l'immagine che vedrete nella vostra galleria.

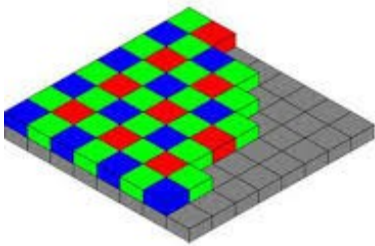
La parte interessante è che i singoli pixel non sono in grado di capire quale colore stanno "vedendo", ma solo l'intensità della luce che li colpisce. Per questo è necessario un elemento chiamato Filtro di Bayer (3): esso sovrappone ai singoli pixel uno strato rosso, verde e blu che permette al software di stabilire quale tipo di colore interessa i singoli pixel. (2 Microlenti nelle quali passa la luce)



[Nel caso della mancanza di un colore tra due pixel questo viene valutato "interpolando" i pixel adiacenti.]

Per dare vita ai colori abbiamo dunque bisogno della matrice di Bayer che altro non è che una scacchiera di colori verde, blu e rosso dove il colore verde è presente in maniera doppia rispetto a blu e rosso. Il motivo principale della presenza maggiore del colore verde deriva dal fatto che l'occhio umano è molto più sensibile al verde rispetto che al blu o rosso.

La matrice di Bayer dunque è un sottile filtro posto davanti ad ogni elemento sensibile del sensore. Il suo funzionamento di base è abbastanza semplice, durante uno scatto il sensore riesce a percepire l'intensità di luce e dunque il colore per ogni singolo pixel.



Filtro di Bayer

A questo punto però l'immagine finale non è ancora pronta perché subentra la capacità del sensore di demosaicizzare i singoli pixel, dovete sapere che l'immagine finale in modalità RGB ha bisogno che ogni pixel contenga tutte e tre le componenti di colore verde rosso e blu. Il sensore dovrà pertanto, tramite algoritmi, calcolare i due colori mancanti in proporzione ai pixel vicini.]

Legge di Stefan-Boltzmann

La potenza P_e della radiazione termica emessa da un corpo di area A e a temperatura assoluta T è:

$$P_e = e\sigma AT^4$$

- ✓ e = emittanza o emissività della superficie del corpo; è numero adimensionale compreso tra 0 e 1 (il caso ideale di una superficie con $e=1$ è detto corpo nero e assorbe totalmente le radiazioni elettromagnetiche incidenti)
- ✓ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ è una costante universale, la costante di Stefan-Boltzmann

La potenza P_a della radiazione termica assorbita da un corpo di area A e a temperatura uniforme T_a è:

$$P_a = e\sigma AT_a^4$$

- ✓ e = emittanza o emissività della superficie del corpo; è numero adimensionale compreso tra 0 e 1 (il caso ideale di una superficie con $e=1$ è detto corpo nero e assorbe totalmente le radiazioni elettromagnetiche incidenti)
- ✓ $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ è una costante universale, la costante di Stefan-Boltzmann