

## **Na ako princípe pracuje termovízia a aký je rozdiel medzi termovíziou a nočným videním?**

Začnime úplne jednoducho s troškou tej najzákladnejšej teórie o podstate videnia a o tom, na akom princípe vlastne vidíme. Prečo a čomu vôbec vďačíme, že vidíme???

Naše oko je veľmi dômyselný a zložitý orgán, ktorý ale nerobí nič iné, len v podstate vníma odrazené svetlo (elektromagnetické vlnenie) od jednotlivých pozorovaných predmetov priestore. Tak sa v podstate stáva to, že nám do oka vniká obrovské spektrum elektromagnetického žiarenia v rôznych vlnových dĺžkach a aj rôznych energetických úrovni. Každá farba totiž odráža spomínané elektromagnetické žiarenie s inou vlnovou dĺžkou. Čiže podľa toho, aká je vlnová dĺžka odrazeného elektromagnetického žiarenia od pozorovaného predmetu podľa toho naše oko rozlišuje farebnosť jednotlivých predmetov. Čiže farebná citlivosť oka v podstate je schopnosť oka spracovávať a vyhodnocovať rôzne vlnové dĺžky odrazeného elektromagnetického žiarenia.

Vlastné vnímanie svetla je založené na citlivosti zrakových pigmentov (napr. taký najznámejší je [rodopsin](#)) na svetlo. Svetlom sa zrakové pigmenty rozkladajú, čím vlastne zahája reťaz chemických reakcií, ktoré vedú k prevedeniu signálu na elektrický potenciál, vzruch, ktorý prenáša informáciu do zrakových centier mozgu. Fotocitlivé receptory ľudského oka sú citlivé na svetelné vlny v dĺžke rozsahu 400–760 nm a toto je vlastne viditeľná oblasť žiarenia pre ľudské oko. Absolútny energetický prah citlivosti je  $10^{-19}$  J, čo vlastne odpovedá energii jedného jediného fotónu.

Rodopsin je zrejme najvýznamnejší oční pigment zodpovedný za vnímanie svetla, ale isto nie je jediný jediný. V čapíkoch ľudského oka sa vyskytujú predovšetkým tzv. [iodopsiny](#), ktoré umožňujú farebné videnie. Mechanizmus ich funkcie, je však podobný.

Denné svetlo (elektromagnetické žiarenie) aby bolo zaznamenané, tak ako vo videokamere alebo prístrojoch na nočné videnie a tak isto aj v ľudskom oku vykonáva presne ten istý princíp. Je to vlastne elektromagnetické žiarenie určitej vlnovej dĺžky a určitej energetickej úrovne, ktoré detektor (napr. čapíky v ľudskom oku) absorbuje a zmení ho na elektrický impulz ktorý pokračuje na ďalšie spracovanie do mozgu.

Či už je to ľudské oko a konkrétne čapíky v ňom alebo snímací čip fotoaparátu alebo videokamery, tieto vstupné snímacie detektory musia dostávať dostatok svetla (elektromagnetické žiarenie musí byť na určitej energetickej úrovni), aby už vyššie spomínaná absorbovaná energia z tohto žiarenia spôsobila vnem na určitej úrovni inak vnímaný obraz nemôže byť vytvorený. Je zrejme, že tam kde nie je žiadne slnečné svetlo napr. v noci je prítomné iba odrazené mesačné svetlo alebo svetlo od hviezd, nevie často náš mozog zostrojiť obraz pozorovaného priestoru a predmetov v ňom pre nedostatočnú energetickú hodnotu prítomného elektromagnetického žiarenia

## Prístroje nočného videnia

Tieto prístroje pracujú na základe veľmi vysokého zosilnenia (10 000 až 80 000x) zostatkového svetla (elektromagnetického žiarenia dopadajúce na Zem v noci, ako mesačné svetlo, svetlo z hviezd alebo nejaký druh kozmického žiarenia, ktoré po spomínanom veľkom zosilnení poskytnú nám pre pozorovanie. Všetky tieto prístroje používajú rovnaké technológie pracujúce na opísanom princípe s rôznom mierou kvality zobrazenia podľa generačného stupňa vývoja prístroja.

Z toho vyplýva, že všetky prístroje pracujúce na tomto princípe nevedia pri nedostatočnej úrovni svetla poskytnúť dôveryhodný obraz pozorovaného priestoru. V takomto prípade, ak chceme aby priestor s nepozorovateľnou úrovňou zostatkového svetla bol týmito prístrojmi pozorovateľný musíme ho osvetliť prídavnými osvetľovačmi zostrojenými na princípe LED alebo laseru s rôznou vlnovou dĺžkou.

Ale týmto pádom prestáva byť náš pozorovací systém pasívny. Náš pozorovací systém začína vyžarovať elektromagnetické žiarenie vo forme externého osvetlenia a začíname byť pre okolitý priestor a nočný život v ňom prebiehajúci veľmi ľahko identifikovateľný. Čiže v jednoduchosti sme veľmi ľahko prezraditeľní.

Veľmi dobre vieme aj to, že prístroje nočného videnia môžeme použiť len pri nízkej hladine zostatkového svetla. No však v reálnom živote sa často dostávame do situácií, že potrebuje pozorovať používať, pri takej úrovni svetla pri ktorej vlastným okom sa nám stáva priestor a nepozorovateľný pre nedostatok svetla a pre použitie prístroja pre nočné videnia je to ešte svetelná úroveň ešte dosť vysoká. Alebo potrebuje pozorovať zver v lese kde je prítomnosťou porastu samozrejme oveľa znížená úroveň zostatkového svetla. Musíme používať osvetľovač a toto žiarenie sa nám na prvom strome alebo kríku odrazí späť do prístroja a neumožní nám pozorovanie.

Pre tieto prípady sú ideálnym zariadením termovízne prístroje

Termovízne prístroje nie sú nijako ovplyvňované viditeľným svetlom, takže môžete pozorovať s jasným obrazom aj pri napr. zapadajúcom slnku. Reálne si môžete zvoliť inverziu v zobrazovaní a pri pozorovaní oproti slnku môžete získať dokonalý obraz.

## Termovízne kamery

Termovízne prístroje pracujú na úplne odlišnom princípe. Hovoríme síce, že sú to kamery ale v skutočnosti sú to senzory. Ak chceme pochopiť ako pracujú musíme zabudnúť na všetko ako pracujú prístroje nočného videnia.

Termovízne prístroje pracujú na základe snímania odrazeného infračerveného žiarenia od pozorovaného objektu nie na základe zosilnenia zostatkového svetla.

Detekujú prítomnosť dlhovlnného infračerveného žiarenia cca. 7-15 $\mu\text{m}$  teda rádovo úplne inú vlnovú dĺžku infračerveného žiarenia, ako klasické prístroje nočného videnia.



Obr. Rozdelenie spektra elektromagnetického žiarenia



Obr. Rozdelenie spektra elektromagnetického žiarenia podľa ľudského vnímania a vnímania jednotlivých prístrojov

Pričom termovízia nevidí tú časť spektra, ktorú vidí nočné videnie a nočné videnie zase nevidí spektrum žiarenia vlnovej dĺžky termovízie.

Termálne kamery vedia odhaliť aj oveľa viac ako je len teplo.

Sú schopné zistiť teplotné rozdiely už na hodnote menšej ako je 0,01 ° C - a zobrazí ich na displeji, ako viacero odtieňov šedej

Zo všetkým, s čím sa v našom každodennom živote stretávame má určité teplotu a tým pádom vydáva tepelnú energiu (takým je napr. aj ľad). Čím je niečo teplejšie, tým väčšiu tepelnú energiu vydáva. Túto základnú vlastnosť všetkých látok nazývame tepelným podpisom

Tepelná energia môže pochádzať z rôznych zdrojov

- tepelné živočíchy (vrátane ľudí)
- teplo vyniknuté prácou nejakých strojov

Oba tieto prípady si vytvárajú okolo seba vlastné teplo

Iné je teplo absorbované napr. od slnka počas dňa napr. pozemky, skaly, bóje, vegetácia - absorbujú teplo zo slnka počas dňa a vyžarujú ho počas noci.

Aby sme úplne pochopili termovíziu, je dôležité vedieť nejaké základné vlastnosti svetla. Energetická úroveň elektromagnetickej vlny je vždy závislá okrem iného aj od jej vlnovej dĺžky. Kratšie vlnové dĺžky (t.j. elektromagnetické žiarenia s vyššou frekvenciou) majú vyššiu energiu. Napr. v spektre ľudskému oku viditeľného žiarenia, elektromagnetické žiarenie v spektre fialovej farba má najviac energie, a v žiarenie v spektre červenej farby má energie najmenej. Infračervené spektrum sa nachádza hneď vedľa viditeľného svetelného spektra.

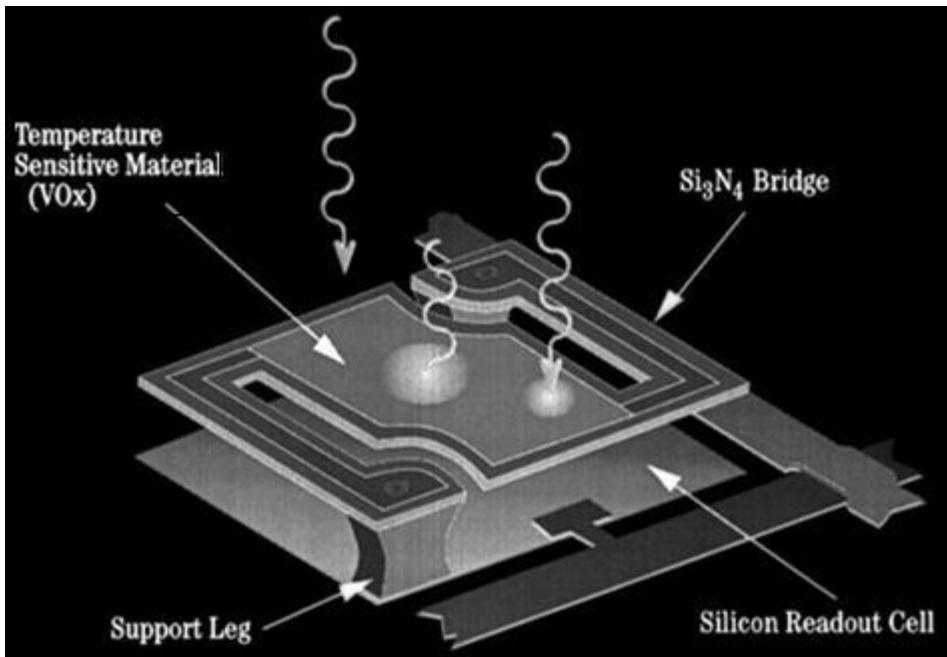
Infračervené svetlo môžeme rozdeliť do troch kategórií:

1. Blízka infračervená oblasť žiarenia (IR-u) – je to tá oblasť infračerveného žiarenia, ktorá je čo sa týka vlnovej dĺžky najbližšia k viditeľnému svetlu, táto oblasť má vlnové dĺžky, ktoré siahajú 0,7-1,3 mikrometra, alebo 700/1000000000 až 1300 miliardtina metra.
2. Stredná infračervená oblasť žiarenia (mid-IR) – je to oblasť žiarenia, ktorá má vlnové dĺžky v rozmedzí 1,3 až 3 mikrometrov.
3. Ďaleká (termálna) oblasť infračerveného žiarenia (termal-IR) – táto oblasť pokrýva najväčšiu časť infračerveného spektra, tepelne infračervené žiarenie má vlnové dĺžky v rozmedzí od 3 mikrometre do viac ako 30 mikrometrov.

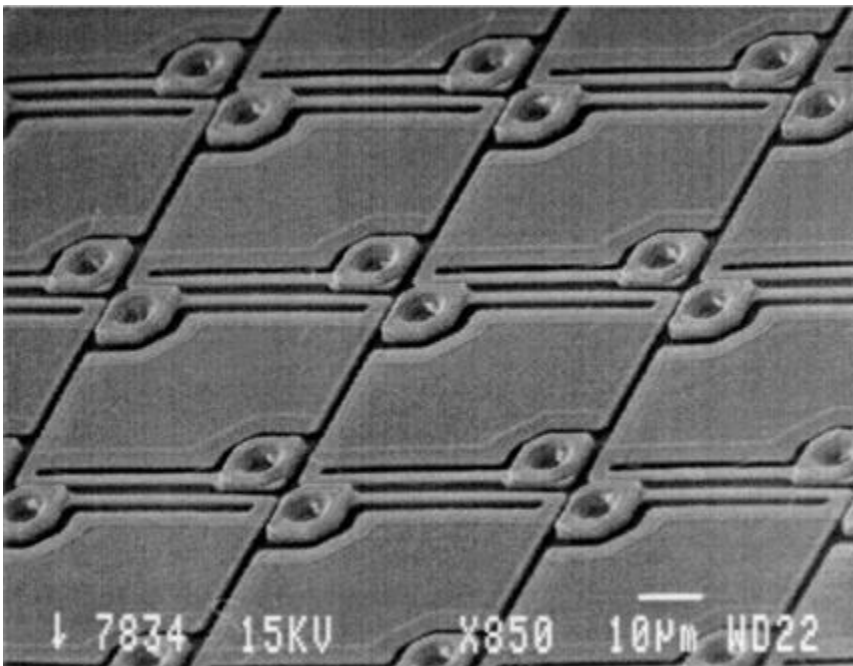
Kľúčový rozdiel medzi žiarením v termálnej oblasti a žiarením v blízkej a strednej infračervenej oblasti je ten, že žiarenie v termálnej infračervenej oblasti je emitované z objektu von, pretože sa to deje na úrovni atómov, pričom infračervené žiarenie v blízkej a strednej oblasti je iba odrážané od objektu.

Špeciálne šošovky pre infračervenú oblasť vyrobené z Germánia sú veľmi dobre priepustné tejto vlnovej dĺžke žiarenia a fokusujú ho na jadro mikrobolometra.

Toto fokusované žiarenie je snímané v poli infračervených snímacích prvkov (v jadre mikrobolometra) a je v ňom vytvorený podrobný teplotný obraz, ktorý nazývame termogram. Táto informácia je získaná z niekoľkých tisícov bodov v zornom poli detektora.



Obr. Detail jedného pixelu mikrobolometra zväčšené 10 000x



Obr. Detail z elektrónového mikroskopu matice mikrobolometra s jednotlivými pixelmi zväčšené 850x

To trvá asi len päťdesiatinu sekundy a následne sa celý takýto proces získavania informácií o teplote snímaného objektu y maticového detektora opakuje, aby sa vytvoril ďalší termogram

Vytvorený termogram z prvkov detektora je prevedený do elektrických impulzov.

Impulzy sú odosielané po upravený do signálu procesorovej jednotky, kde sú tieto dáta digitálne spracované a po úprave cez rôzne korekčné algoritmy sú tieto dáta poskytnuté na ďalšie spracovanie do jednotky spracovania signálu, ktorá posiela informácie na displej, kde sa v závislosti na intenzite infračerveného žiarenia prideluje informácii farba a nakoniec kombinácia všetkých týchto podnetov a všetkých prvkov vytvára obraz snímaného objektu alebo poľa.

Na rozdiel od väčšiny tradičných prístrojov nočného videnia nám táto technológia umožňuje vidieť snímaný priestor v takmer absolútnej tme s malou alebo žiadnou hodnotou zostatkového svetla ako sú napr. hviezdy, mesačný svit, atď.

Aj keď sa toto všetko môže zdať veľmi zložité, realita je, že moderné termálne kamery sú veľmi ľahko použiteľné. Ich snímky sú jasné a ľahko pochopiteľné, nevyžaduje žiadne školenia alebo interpretáciu.

### Typické zapúzdzrenia mikrobolometrického jadra

