

Kurze Wellen – große Strahlkraft

Der Nutzen der Lichtstrahlung im kurzwelligen Infrarotbereich für die Nachtkampffähigkeit

Jan-Phillipp Weisswange

Die Fähigkeit, selbst bei völliger Dunkelheit abstandsfähig entdecken, erkennen, identifizieren und wirken zu können, trägt zur Überlegenheit in allen militärischen Operationsarten bei. Nachtsichtgeräte, die Lichtstrahlung im kurzwelligen und im erweiterten kurzwelligen Infrarotbereich nutzen können, bieten hierfür einige Vorteile. Bundeswehr und Industrie erzielten im Rahmen von Forschungs- und Technologievorhaben eine Führungsrolle auf diesem Feld.

Die natürliche Detektionsfähigkeit des menschlichen Auges ist auf das Sonnenlicht optimiert. Nur ein kleiner Teil des elektromagnetischen Spektrums, nämlich das Licht- oder auch Farbspektrum, ist für den Menschen sichtbar. Dieses beginnt oberhalb des Ultraviolett (UV) bei einer Wellenlänge von $0,38 \mu\text{m}$ und endet beim Nahen Infrarot (NIR) mit $0,7 \mu\text{m}$ Wellenlänge. Gemäß neuerer Kategorisierung folgen dem NIR im elektromagnetischen Spektrum dann das Kurzwellige Infrarot (Short Wavelength Infrared, SWIR; bis $1,7 \mu\text{m}$) sowie das erweiterte kurzwellige Infrarot (extended Short Wavelength Infrared, eSWIR; $1,4 \mu\text{m}$ bis $3,0 \mu\text{m}$).

Der sich daran wiederum anschließende höherwellige Bereich Mittleres Infrarot (Mid Wavelength Infrared, MWIR; $3,0 \mu\text{m}$ bis $5 \mu\text{m}$ Wellenlänge) und Long Wavelength Infrared (LWIR, $8 \mu\text{m}$ bis $14 \mu\text{m}$ Wellenlänge) lässt sich vor allem durch Wärmebildgeräte (WBG, im angelsächsischen Sprachgebrauch gerne unter „thermal“ oder „Infrared imaging“ subsummiert) zur Bilddarstellung nutzen. Dabei gelten MWIR-Geräte eher für heiße und heiß-feuchte Einsatzgebiete und LWIR-Vorrichtungen für kältere und trockene Einsatzgebiete als geeignet.

Nachtsichtgeräte, die in dem kurzwelligen und erweiterten kurzwelligen Infrarotbereich arbeiten, sind noch relativ neu. Die



Foto: AIM

Einsatz des HuntIR^{SW} als Vorsatzgerät

traditionelle SWIR-Technologie kommt bereits bei Nachrichtengewinnung und Aufklärung zum Einsatz. Auch erste Handwaffenzielgeräte gibt es bereits. Ein solches aus Deutschland stammendes Produkt ist das HuntIR^{SW} aus dem Hause AIM Infrarot Module GmbH. Es arbeitet im Spektralbereich von $0,9 \mu\text{m}$ und $2,5 \mu\text{m}$ und damit im kurzwelligen und im erweiterten kurzwelligen Infrarot.

Vorteile der SWIR- und eSWIR-Geräte

Bei Einsätzen z. B. abseits von Städten oder Siedlungen mit ihren künstlichen Restlichtquellen wie etwa nächtlicher Straßenbeleuchtung und bei nur geringem Mond- oder Sternenlicht stoßen viele Bildverstärker-Nachtsichtgeräte (BIV, englisch Image Intensifier oder kurz II bzw. I²) an ihre Grenzen. Hier bietet die Fähigkeit zur Detektion reflektierter Strahlung im kurzwelligen Infrarot entscheidende Vorteile. Eine natür-

liche Quelle für solche SWIR-Strahlung ist vor allem das von dem Astronomen Anders Angström 1868 entdeckte Nachthimmel-leuchten, das schwache Leuchten höherer Atmosphärenschichten. Ihre Fähigkeit, diese natürliche unsichtbare Lichtquelle nutzbar machen zu können, macht SWIR-Geräte leistungsfähiger als herkömmliche Bildverstärker.

LWIR- und MWIR-Sensoren nutzen – wie erwähnt – die Wärmesignaturen, um den beobachteten Bildausschnitt darzustellen. Demgegenüber liefern SWIR-Geräte dem visuellen Spektrum vergleichbare Bilder, die sich durch den Anwender besser interpretieren lassen und daher zum Identifizieren von Objekten genutzt werden. Gesichter oder Nummernschilder lassen sich beispielsweise besser erkennen. Mit SWIR-Geräten kann man auch durch Nebel oder Rauch hindurch leichter aufklären. Ebenso kann man mit diesen Vorrichtungen – anders als bei Wärmebildgeräten – auch durch Fensterscheiben hindurch schauen.

Autor

Dr. phil. Jan-Phillipp Weisswange ist Oberstleutnant d. R. in der Heeresaufklärungstruppe und arbeitet als Referent Öffentlichkeitsarbeit in der wehrtechnischen Industrie. Dieser Artikel gibt seine persönliche Meinung wieder.



Personen hinter einem Fenster – links das eSWIR-Bild, rechts durch ein Wärmebildgerät



Blick durch Rauch – links mit eSWIR, rechts im visuellen Bereich

Fotos: AIM

Helles Licht oder Blitze beeinträchtigen die Leistung von Geräten im kurzwelligen Infrarot wenig. Zudem detektieren SWIR-Geräte – wie „normale Nachtsichtgeräte“ auch – übliche Zielpunkt-Laser, die mit Wellenlängen von 820 nm bis 1.060

nm arbeiten. Darüber hinaus können sie alle im SWIR-Wellenlängenbereich strahlenden Laser (z. B. mit sogenannten „augensicheren“ Wellenlängen um 1.550 nm) darstellen und umgekehrt ihrerseits zur Beleuchtung oder Markierung nut-

zen. Das HuntIR^{SW}-Zielgerät weist darüber hinaus aufgrund des verwendeten anderen Detektormaterials sogar die Fähigkeit auf, „unsichtbares Licht“ mit einer Wellenlänge von über 2 µm – also im erweiterten kurzwelligen Infrarot – zur aktiven Beleuchtung nutzen zu können. Dieses Licht mit einer out of band operation wavelength lässt sich weder mit BiV- noch mit herkömmlichen SWIR-Geräten detektieren. Diese detektionssichere Eigenschaft machen sich die Ingenieure auch bei der Gated Viewing-Technologie zunutze. Geräte mit dieser Technologie beleuchten die beobachtete Umgebung mit einem SWIR-Laserpuls und sammeln die reflektierte Strahlung in einem frei wählbaren Gate – also Zeitfenster. Mit dem Öffnen und Schließen dieses Zeitfensters lässt sich ein bestimmter Entfernungsbereich auswählen. Außerhalb des Gates reflektierte SWIR-Laserstrahlen werden bei der Bild Darstellung unterdrückt. Auf diese Weise können Entfernungsbereiche wie Zwiebel-schalen ausgewählt und die Bereiche vor und dahinter unterdrückt werden. Damit lässt sich durch Störquellen wie Rauch oder Nebel einfach hindurch beobachten. Hinsichtlich der immer möglichst gering angestrebten SWaP-Werte (Size, Weight and Power, Größe, Gewicht und Energieversorgung) – bieten SWIR-Geräte vor



HuntIR^{SW} Ziel- und Beobachtungsgerät Innovativ - extrem kompakt - leistungsstark - leicht



Das Beste aus dem Sichtbaren und Infraroten.



Überlegenheit bei Tag und Nacht durch gleichzeitige Nutzung thermischer und reflektiver Bildanteile.

Wärmebildgerät mit völlig neuen Eigenschaften

- Sicht durch Glas
- Erkennbarkeit aller relevanten taktischen Laser-Entfernungsmesser oder -Designatoren.

allem im Vergleich zu gekühlten Wärmebildgeräten einige Vorteile. So ist nur wenig Energie für die Kühlung durch Kühlmaschinen (Stirling-Kühler) erforderlich. Hierdurch ergeben sich Vorteile für den Batterieverbrauch und die Betriebsdauer. Langfristiges Ziel bleibt es freilich, ganz ohne Kühlmaschinen auszukommen. Darüber hinaus kommen SWIR-Geräte mit relativ kompakten Abmessungen und geringem Gewicht aus. Derzeit kratzt man an der 1.000-Gramm-Marke. Das HuntIR^{SW} wiegt bei 145 mm Länge, 110 mm Breite und 95 mm Höhe rund ein Kilogramm und bietet eine Betriebsdauer von mindestens vier Stunden.

Der große Vorteil des HuntIR^{SW} als eSWIR-Gerät liegt darin, dass es aufgrund seiner spektralen Empfindlichkeit bis 2,5 µm simultan sowohl reflektierte als auch emittierte Strahlung in einem einzigen Gerät detektieren und zur Bilddarstellung nutzen kann. Damit wird es unabhängig von den Lichtverhältnissen – z.B. beim Einsatz in Gebäuden. Sensoren mit einer Empfindlichkeit im eSWIR-Bereich machen passive thermische Strahlung bereits vergleichbar zu einem Wärmebildgerät sichtbar. Dabei ist zwar die thermische Empfindlichkeit geringer als im Vergleich zu klassischen Wärmebildgeräten, jedoch ausreichend für Geräte mit kurzer und mittlerer Reichweite.

Solche eSWIR-Geräte wie das HuntIR^{SW} verbinden somit im Prinzip Eigenschaften von Bildverstärkern und Wärmebildgeräten. Eine Sensorfusion – ein anderer Weg, um beide nachsichtstechnologischen Ansätze in einem Gerät nutzbar zu machen – lässt sich daraus leicht umsetzen. Gleichwohl lassen sich SWIR-Detektoren natürlich mit anderen Sensoren, etwa LWIR-Geräten, fusionieren.

Sensor-Werkstoff als Schlüssel zum Erfolg

Kernstück der SWIR-Geräte bildet vor allem der Detektor selbst. Bisher werden alle SWIR-Detektoren auf dem Werkstoff Indium Gallium Arsenid (InGaAs) aufgebaut. Diese Werkstoffe lassen sich für Sensoren in dem Wellenlängenbereich von 550 nm bis zu 1,7 µm einsetzen. Jenseits von 1,7 µm sind sie unempfindlich.

Bei den jüngsten deutschen eSWIR-Entwicklungen führte ein anderer Werkstoff zum Erfolg, nämlich Quecksilber-Cadmium-Tellurid (Mercury Cadmium Telluride, MCT, auch CMT). Die deutsche Industrie und auch die Bundeswehr – hier vor allem die zuständigen Forscher im Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnologie und Nutzung der Bundeswehr – verfügen über lange Erfahrung mit diesem Material. Mit

CMT-Sensoren lässt sich durch die Materialzusammensetzung die spektrale Empfindlichkeit in weiten Bereichen einstellen. Wegen der optischen Begrenzungen durch die Objektive wird die Empfindlichkeit jedoch bei 2,5 µm begrenzt. Eine weitere Eigenschaft: Durch die eigenen Ressourcen werden Exportbeschränkungen durch die Bestimmungen der International Treaty and Arms Regulations (ITAR) vermieden. Ebenso sind durch die extrem große Fertigungstiefe des Herstellers Verbesserungen in einem sehr weiten Rahmen möglich und enden nicht an Black Boxes von Fremdherstellern.

Ausblick

SWIR und vor allem die eSWIR-Technologie bieten eindrucksvolle Vorteile für die Fähigkeit, bei Dunkelheit und eingeschränkter Sicht operieren und kämpfen zu können. Sie stellen somit eine wertvolle Ergänzung des Sensormixes ohne zusätzlichen Geräteaufwuchs dar. Die Bundeswehr rechnet damit, eSWIR-Systeme in ein bis zwei Jahren verfügbar zu haben. Die Fortschritte im Bereich der eSWIR-Technologie belegen überdies, dass der Erhalt eigener nationaler Schlüsseltechnologien für die Sicherheits- und Verteidigungsvorsorge unseres Landes erforderlich bleibt. ■

Neue Broschüre

MITTLER REPORT



Hubschrauber der Bundeswehr

Themen u.a.:

- Heer
- Luftwaffe
- Marine
- Systemkomponenten
- Ausbildung
- Programme

Wehrtechnischer Report 2/2018

100 Seiten **€ 14,80** (zzgl. Versandkosten)

