

Verfahren zur schnellen und systematischen Erfassung und geographischen Lokalisierung von Hochfrequenzsignalen in unbekannter Umgebung mittels IDA-3106

Zusammenfassung

Diese Application Note beschreibt eine Methode der Nutzung des neuen Handheld Receivers IDA-3106 mit Spektrum-Management und Ortungsfunktionen integriert im Gerät, die sich besonders für die Verwendung im Rahmen der besonderen Aufgaben von Spezialeinsatzkräften eignet. Ein Anwendungsszenario ist das schnelle und systematische Erkennen von unerwünschter oder unerlaubter Kommunikation im Feldeinsatz und deren Unterbindung durch taktische Maßnahmen, z.B. aktives Stören. Ein weiteres Szenario ist die Unterstützung der Bekämpfung von kriminellen oder paramilitärischen Aktionen und die Festsetzung der Beteiligten durch eine unauffällige taktische Lokalisierung der verwendeten Kommunikationsgeräte.



Inhalt

1	Einleitung.....	Seite 2
2	Schritt 1: Analyse des Spektrums.....	Seite 2
3	Schritt 2: Erstellung der Transmitter Table (Sendertabelle)...	Seite 3
4	Schritt 3: Senderklassifizierung	Seite 3
5	Schritt 4: Senderlokalisierung	Seite 4
6	Schritt 5: RF-Senderlandkarte	Seite 5
7	Optionale Vorbereitungsmaßnahmen mittels Multi Channel Tabellen.....	Seite 5
8	Schlussfolgerungen	Seite 5
9	Literaturverzeichnis	Seite 6

Autor: Jürgen Gehrig

© 2012

Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstr. 7

72793 Pfullingen, Deutschland

Tel.: +49 7121 9732-0

Fax: +49 7121 9732-790

E-mail: support@narda-sts.de

www.narda-sts.de

1 Einleitung

Beim Aufbau flexibler militärischer Feldstrukturen ist die Kenntnis der Ereignisse im Hochfrequenz (RF) - Spektrum von höchster Bedeutung. Es geht zum einen um eine möglichst umfassende Kenntnis der Kommunikation auf der Feindseite mit dem Ziel diesen zu eliminieren, aber auch um die Erfassung der Kommunikation von befreundeten Einheiten bei internationalen Einsätzen mit dem Ziel sich nicht gegenseitig zu stören. Mit dem vorgeschlagenen Verfahren ist es möglich, sowohl einzelne als auch mehrere Sender zu erkennen, zu analysieren und zu lokalisieren. Die hierzu notwendigen vorbereitenden Maßnahmen, die systematische Abarbeitung im Feld und die anschließende Interpretation der Ergebnisse sind hier beschrieben. Das Verfahren ergänzt bestehende stationäre und mobile Systeme durch eine portable Lösung für den einzelnen Soldaten, mit dem Vorteil der Einsatzmöglichkeit auch in unzugänglicher Umgebung oder getarnt. Im Rahmen dieser Aufgaben sind Geschwindigkeit, Flexibilität und Mobilität wesentliche Grundanforderungen. Am Beispiel der Umgebung des Stuttgarter Flughafens wird hier beschrieben, wie eine zunächst unbekannte Umgebung in fünf systematischen Schritten erfasst wird.



Bild 1. Stuttgarter Flughafen. Aufgrund des vielfach belegten Frequenzspektrums wurde diese Umgebung als Beispiel gewählt

2 Schritt 1: Analyse des Spektrums

Der erste Schritt besteht aus der Aufnahme des tatsächlich genutzten Spektrums. Hierzu werden herkömmliche Einstellgrößen des Spektrum Analysers angepasst und das Spektrum für den durch seine GPS-Koordinaten bestimmten Standort mittels Screenshot im Gerät festgehalten. Bild 2 zeigt als Beispiel das Spektrum des öffentlichen FM-Rundfunkbandes und des oberhalb im Spektrum angesiedelten Flugfunk- Bereichs. Ein zunächst unbekannter Sender im Flugfunkband bei 116.875 MHz ist mit dem Marker markiert.

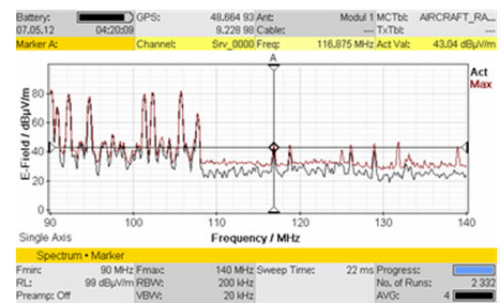


Bild 2. Tatsächliche Belegung des Bandes für FM-Radio und Flugfunk und der Markierung eines zunächst unbekanntes Signals bei 116.875 MHz

3 Schritt 2: Erstellung der Transmitter Table (Sendertabelle)

Ausgehend von der Übersichtsmessung in Schritt 1, werden unter Zuhilfenahme der Marker-Funktionen des IDA alle interessierenden und verdächtigen Sender systematisch in einer Tabelle zusammengefasst, der „Transmitter Table“ (Beispiel Tabelle 1).

Im IDA-3106 werden die ausgewählten Sender bzw. Dienste, deren Eigenschaften und Standorte genauer interessieren, als Transmitter Tabelle gespeichert und in der Betriebsart Spektrum durch Einfärbung hervorgehoben (Bild 3).

Die aufgenommenen Sender werden einer nach dem anderen analysiert wie im folgenden Schritt 3 beschrieben.

Frequency	Service
86.475 MHz	Fire Brigade
112,500 MHz	Unknown T007
116,875 MHz	Unknown T008
118,800 MHz	Aircraft Radio Tower 1
119,050 MHz	Aircraft Radio Tower 1
126.125 MHz	Automatic Transmitter Identification System (ATIS)
136.825 MHz	Stuttgart Deicing
148.290 MHz	Bus Service Station Stuttgart
154.290 MHz	Technical Services

Tabelle 1. Transmitter Table erstellt für die Umgebung des Stuttgarter Flughafens

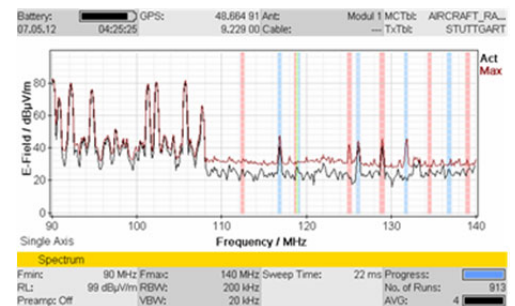


Bild 3. Hervorgehobene Einträge der Transmitter Tabelle, die für eine weitere detaillierte Untersuchung bereit stehen

4 Schritt 3: Senderklassifizierung

Die detaillierte Charakterisierung oder Klassifizierung der Sender erfolgt z.B. durch analoge FM, AM, LSB, USB Demodulation und Mithören im Audio-Band. Für den zunächst unbekanntem Sender T008 kann ein erfahrener Hörer den Morse Code der Buchstabenkombination STG (für Stuttgart) heraushören. Wenn man einen höheren Zoomfaktor wählt, erkennt man einen Hauptträger bei 116.850 MHz mit Nebenträgern im Abstand von 1020 kHz. Details der Klassifizierung können durch eine Zeitbereichsanalyse dieses Trägers ermittelt werden. Mit der Oszilloskop-Funktion (Betriebsart Scope Mode) wird das Signal als der VOR (VHF Omnidirectional Range) Navigationssender des Flughafens dokumentiert. Siehe auch Literaturstelle [3], [4] und Bilder 4 und 5.

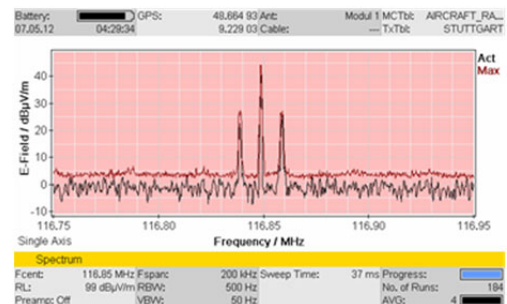
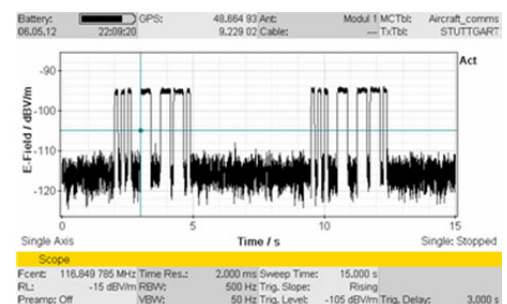


Bild 4. Verdächtiger Sender T008 bei 116.850 MHz dargestellt mit hoher Frequenzauflösung zeigt typische Seitenlinien einer Amplitudenmodulation

Bild 5. In der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Seitenlinie von T008 ist eine sich alle 7.5 Sekunden wiederholende Morsekennung der Buchstaben STG sichtbar. Nach Vergleich mit Angaben der ICAO Luftfahrkarte [3] ist der Sender als VOR (VHF Omnidirectional Range) Navigationsdienst identifiziert



5 Schritt 4: Senderlokalisierung

Die Lokalisierung mehrerer verdächtiger Signale erfolgt systematisch durch das Abarbeiten der in der Transmitter Tabelle eingetragenen Sender.

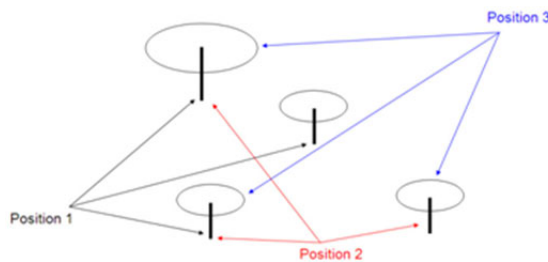


Bild 6 zeigt mittels einer prinzipiellen Darstellung die notwendigen Peilungen für mehrere Sender, die auf verschiedenen Frequenzen arbeiten. Um alle Positionen und Sender von Interesse abzuarbeiten wird auf dem Gerät ein „Lokalisierungsprojekt“ eröffnet, welches erst wieder geschlossen (gespeichert) wird nachdem alle erforderlichen Peilungen durchgeführt sind. Das Messergebnis kann jederzeit durch Öffnen des Lokalisierungsprojekts um weitere Peilungen ergänzt werden.

Bild 7 zeigt eine einzelne Richtungspeilung des Senders T008 im Polardiagramm als Ergebnis eines Horizontal Scan. Es sei angemerkt, daß das abgebildete 360°-Diagramm eine nahezu ideale Situation abbildet. In vielen Fällen verursachen Mehrwegeausbreitung und doppelte Belegung der Frequenzkanäle Störungen einer genauen Lokalisierung was aber sofort im Polardiagramm sichtbar würde.

Bild 8 zeigt die Geräteanzeige der Kreuzpeilung des Senders T008 mit $F_{\text{center}} = 116.850 \text{ MHz}$. Er ist nun geographisch als der nördlich der Landebahn gelegene VOR-Sender identifiziert.

Bild 6. Prinzipielle Darstellung der Kreuzpeilungen mehrerer Sender, die alle auf unterschiedlichen Frequenzen arbeiten

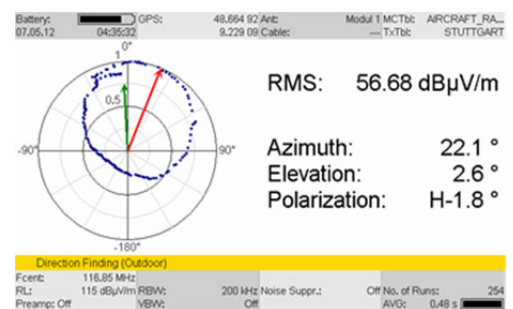
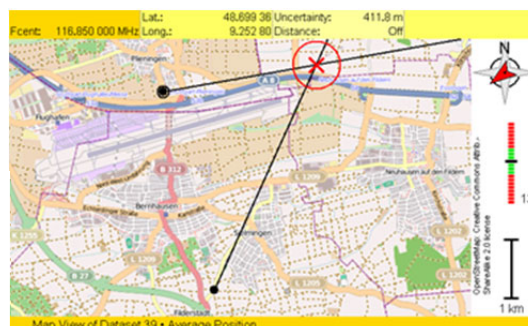


Bild 7. Peilung von T008 in nördliche Richtung vom durch GPS des IDA-3106 bestimmten Standort südlich der Landebahn unter Nutzung von Horizontal Scan



Bild 9. Durchführung eines Horizontal Scan mit IDA-3106 zur Peilung eines Senders

Bild 8. Kreuzpeilung auf 116.850 MHz, VOR (VHF Omnidirectional Range) Sender, mit der Kennung STG



6 Schritt 5: RF- Senderlandkarte

Wenn alle Peilungen für alle Frequenzen von Interesse, an allen ausgewählten Positionen, abgespeichert sind wird das „Lokalisierungsprojekt“ auf dem Gerät geschlossen und alle gefundenen Senderstandorte werden auf einer vom Gerät angezeigten RF – Senderlandkarte dargestellt. Für den jeweils markierten Sender werden Name, Mittenfrequenz und GPS Koordinaten angegeben.



Bild 10. RF - Senderlandkarte mit der Lokalisierung aller interessierenden Sender bzw. Signale

7 Optionale Vorbereitungsmaßnahmen mittels Multi-Channel Tabellen

Zu Beginn eines Radio Monitoring Projektes kann es sinnvoll sein den IDA-3106 mit den bekannten Dienste-Tabellen des interessierenden Frequenzbereichs vorzubelegen. Diese Dienste sind oft national oder international normiert und können unter Zuhilfenahme öffentlich zugänglicher Quellen (Internet) recherchiert werden und als Multi-Channel Tabellen auf das Gerät geladen werden (Tabelle 2). Eine derartige Konfiguration erleichtert die Zuordnung eines ausgewählten Senders zum zugeordneten Dienst.

Beispiel: Zu Beginn dieses Berichts wird in der Spektrumsdarstellung (Bild 2) der markierte Sender als dem Dienst AIRCRAFT RADIO zugehörig bezeichnet.

Frequency Band	Service
47 ÷ 68 MHz	Television
68 ÷ 88 MHz	4-m Land Mobile Radio
88 ÷ 108 MHz	FM Radio
108 ÷ 136 MHz	Aircraft Radio Navigation
144 ÷ 174 MHz	2-m Band
174 ÷ 230 MHz	Television Band III
230 ÷ 400 MHz	Aircraft Radio Communication
430 ÷ 440 MHz	70 cm Band Amateur Radio
440 ÷ 470 MHz	70 cm Band Land Mobile, PMR
470 ÷ 790 MHz	Television Band IV / V
864 ÷ 868 MHz	Short Range Services
858 ÷ 887 MHz	Cordless Phones

Tabelle 2. Typische Frequenztabellen nationaler und internationaler Funkdienste

8 Schlussfolgerungen

In dem beschriebenen Beispiel wurde demonstriert, dass eine RF-Senderlandkarte schnell und fundiert für Anwendungen im taktischen Bereich oder für ähnliche Aufgaben erstellt werden kann. Die suspekten Signale sind technisch analysiert, klassifiziert und sowie geografisch erfasst. Taktische Maßnahmen können nun ergriffen werden wie z.B. die Zuweisung eigener Kommunikationskanäle oder das gezielte Stören von unerlaubten Sendern. Das beschriebene Konzept des IDA-3106 ist benannt als „Smart DF“ und kombiniert in intelligenter Weise Technologien, die alle wesentlichen Anforderungen hinsichtlich Geschwindigkeit, Flexibilität und Mobilität erfüllen.

Literaturverzeichnis

- [1] "Handbook Spectrum Monitoring", ITU 2011
- [2] "Interference and Direction Analyzer", Broschüre Narda 2012
- [3] "Aeronautical Chart ICAO 1:500000 Stuttgart 2011 (NO 47/6)", DFS Deutsche Flugsicherung GmbH
- [4] "VHF Omnidirectional Range (VOR)", Wikipedia

Narda Safety Test Solutions GmbH

Sandwiesenstrasse 7
72793 Pfullingen, Germany
Phone: +49 (0) 7121-97 32-0
Fax: +49 (0) 7121-97 32-790
E-Mail: support@narda-sts.de
www.narda-sts.de

Narda Safety Test Solutions

435 Moreland Road
Hauppauge, NY 11788, USA
Phone: +1 631 231-1700
Fax: +1 631 231-1711
E-Mail: NardaSTS@L-3COM.com
www.narda-sts.us

Narda Safety Test Solutions Srl

Via Leonardo da Vinci, 21/23
20090 Segrate (Milano) - Italy
Phone: +39 02 269987 1
Fax: +39 02 269987 00
E-mail: support@narda-sts.it
www.narda-sts.it

© Namen und Logo sind eingetragene Markenzeichen der Narda Safety Test Solutions GmbH und L3 Communications Holdings, Inc. – Handelsnamen sind Markenzeichen der Eigentümer.