

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. August 2020 (06.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/157039 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01S 7/02 (2006.01) G01S 13/66 (2006.01)
G01S 7/40 (2006.01) G01S 7/497 (2006.01)
G01S 7/41 (2006.01) G01S 7/52 (2006.01)
G01S 13/06 (2006.01) G09B 9/54 (2006.01)
G01S 13/50 (2006.01) G09B 9/56 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/051997

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Januar 2020 (28.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 102 077.8
28. Januar 2019 (28.01.2019) DE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V.** [DE/DE]; Hansastr. 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: **BOK, Dominik**; c/o Fraunhofer FHR, Fraunhoferstraße 20, 53343 Wachtberg (DE).

(74) Anwalt: **2SPL PATENTANWÄLTE PARTG MBB**;
Postfach 151723, 80050 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,

(54) Title: DEVICE FOR PROCESSING A SIGNAL OF A LOCATING SYSTEM, AND METHOD FOR SIMULATING AND FOR LOCATING AN OBJECT

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM VERARBEITEN EINES SIGNALS EINES ORTUNGSSYSTEMS SOWIE VERFAHREN ZUM SIMULIEREN UND ZUM ORTEN EINES OBJEKTS

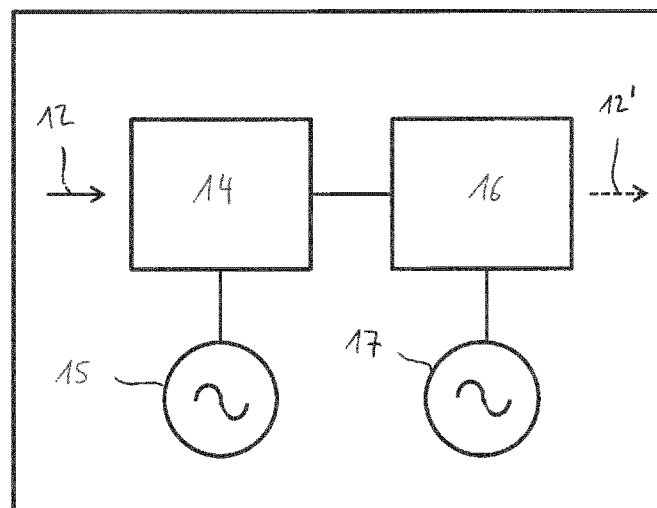


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a device 10 for processing a signal 12 of a locating system. The device comprises a sampling rate converter, wherein the sampling rate converter comprises: a first signal processing unit 14 for receiving the signal 12, wherein a first clock generator 15 is assigned to the first signal processing unit 14; and a second signal processing unit 16 which is coupled to a signal output of the first signal processing unit 14, wherein a second clock generator 17 is assigned to the second signal processing unit 16. The first clock generator 15 is designed to generate a first clock frequency and the second clock generator 17 is designed to generate a second clock frequency that is different from the first clock frequency, wherein a relationship between the first and second clock frequency is based on the movement of an object.

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung 10 zum Verarbeiten eines Signals 12 eines Ortungssystems umfasst einen Abtastraten-

SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

wandler, wobei der Abtastratenwandler eine erste Signalverarbeitungseinheit 14 zum Empfangen des Signals 12, wobei der ersten Signalverarbeitungseinheit 14 ein erster Taktgeber 15 zugeordnet ist sowie eine zweite Signalverarbeitungseinheit 16, die an einen Signalausgang der ersten Signalverarbeitungseinheit 14 gekoppelt ist, wobei der zweiten Signalverarbeitungseinheit 16 ein zweiter Taktgeber 17 zugeordnet ist, aufweist. Der erste Taktgeber 15 ist ausgebildet ist, eine erste Taktfrequenz zu erzeugen und der zweite Taktgeber 17 ist ausgebildet ist, eine von der ersten Taktfrequenz abweichende zweite Taktfrequenz zu erzeugen, wobei ein Verhältnis zwischen erster und zweiter Taktfrequenz auf der Bewegung eines Objekts basiert.

Vorrichtung zum Verarbeiten eines Signals eines Ortungssystems sowie Verfahren zum Simulieren und zum Orten eines Objekts

5

Technisches Gebiet

Ausführungsbeispiele befassen sich mit Vorrichtungen zum Verarbeiten eines Signals eines Ortungssystems. Weitere Ausführungsbeispiele befassen sich mit Verfahren zum Simulieren eines mittels eines Ortungssystems zu detektierenden Objekts sowie mit Verfahren zum
10 Orten eines Zielobjekts.

Hintergrund

Ortungssysteme wie Radar (engl. radio detection and ranging; funkgestützte Ortung und
15 Abstandsmessung) werden verwendet, um Positionen oder Geschwindigkeiten von Objekten (z.B. Zielobjekten) zu bestimmen.

Ein Radargerät sendet ein Radarsignal als gebündelte elektromagnetische Welle aus und empfängt die von Objekten reflektierten Echosignale. Diese werden nach verschiedenen
20 Kriterien ausgewertet, um etwa Informationen bezüglich Winkel zum Objekt, Entfernung zum Objekt oder Relativbewegung zwischen Radargerät und Objekt zu bestimmen. Im Falle einer Relativbewegung zwischen Radargerät und Objekt tritt der Doppler-Effekt auf, der eine Skalierung des reflektierten Signals in Abhängigkeit der Relativbewegung zwischen Radargerät und Objekt, insbesondere der Relativgeschwindigkeit in Richtung Radargerät zu
25 Objekt, bewirkt.

Es sind Methoden zur Abstandsbestimmung zum Objekt bekannt, die aus Gründen der Vereinfachung und Reduzierung der Komplexität des Radargeräts die Relativbewegung des Objekts bei der Abstandsbestimmung vernachlässigen. Durch diese Vereinfachung können
30 jedoch Ungenauigkeiten beim Bestimmen des Abstandes zum Objekt oder der Position des Objekts auftreten.

Ferner sind Konzepte bekannt, die eine Simulation eines Objekts (z.B. Radarobjekts) ermöglichen. Dabei können etwa zur Simulation eines Objekts Impulse ausgesendet werden,

die am Radargerät als Echosignale der simulierten Objekte mit verschiedenen Entfernungen erkannt werden. Beispielsweise lässt sich somit unter anderem die Funktion des Radargerätes testen. Bei einigen Systemen kann jedoch eine Relativgeschwindigkeit zum Objekt nicht eingestellt oder simuliert werden, da dies eine zu hohe Komplexität des Simulationssystems erfordern würde.

Aus der DE 103 47 414 A1 ist für Radarsysteme ein Phasenschieber vom Reflexionstyp mit mindestens zwei in Serie geschalteten abstimmbaren elektronischen Phasenschieberelementen bekannt, wobei die in Serie geschalteten Phasenschieberelemente paarweise einen gegenläufigen Frequenzgang bezüglich ihrer Phase aufweisen. Dadurch kann beispielsweise durch die erzeugte Phasenverschiebung ein Objekt simuliert werden.

Aus der EP 3 260 876 A1 ist eine Radarzielsimulationsvorrichtung zum Testen eines zu testenden Geräts in Bezug auf ein Radarszenario bekannt. Die Radarzielsimulationsvorrichtung umfasst einen Speicher, einen Radarszenariosimulator und zwei oder mehr Antennen. Der Speicher ist so konfiguriert, dass er das Radarszenario in Bezug auf das zu testende Gerät speichert und das Radarszenario dem Radarszenariosimulator zur Verfügung stellt. Dabei werden vordefinierte Radarszenarien simuliert und es ist keine Abwandlung oder Anpassung der Szenarien in Echtzeit möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, Konzepte bereitzustellen, die beim Orten und Simulieren von Objekten mittels Ortungssystemen eine Bewegung der Objekte berücksichtigen und zugleich eine geringe Systemkomplexität erfordern.

Zusammenfassung

Die Aufgabe wird gelöst gemäß den Gegenständen der unabhängigen Patentansprüche. Dementsprechend befasst sich ein Beispiel der vorliegenden Offenbarung mit einer Vorrichtung zum Verarbeiten eines Signals eines Ortungssystems.

Die Vorrichtung umfasst einen Abtastratenwandler. Der Abtastratenwandler weist eine erste Signalverarbeitungseinheit und eine zweite Signalverarbeitungseinheit auf. Die erste Signalverarbeitungseinheit ist zum Empfangen des Signals ausgebildet. Ferner ist der ersten Signalverarbeitungseinheit ein erster Taktgeber zugeordnet. Die zweite Signalverarbei-

tungseinheit ist an einen Signalausgang der ersten Signalverarbeitungseinheit gekoppelt und der zweiten Signalverarbeitungseinheit ist ein zweiter Taktgeber zugeordnet. Der erste Taktgeber ist ausgebildet, eine erste Taktfrequenz zu erzeugen und der zweite Taktgeber ist ausgebildet, eine von der ersten Taktfrequenz abweichende zweite Taktfrequenz zu erzeugen.

Das Signal kann von der Vorrichtung oder einem System mit der Vorrichtung erfasst werden, z.B. mittels einer Antenne, und an die erste Signalverarbeitungseinheit angelegt oder geleitet werden. Beispielsweise kann das von der Antenne erfasste Signal an der ersten Signalverarbeitungseinheit empfangen werden, wobei zwischen Antenne und erster Signalverarbeitungseinheit weitere Signalverarbeitungseinheiten (z.B. Filter, Mischer, Verstärker) angeordnet sein können.

Das Signal kann an der ersten Signalverarbeitungseinheit mit einer Frequenz basierend auf der ersten Taktfrequenz verarbeitet werden. Beispielsweise kann die erste Taktfrequenz eine Abtastfrequenz zum Abtasten des Signals mittels der ersten Signalverarbeitungseinheit vorgeben.

Das von der ersten Signalverarbeitungseinheit verarbeitete Signal kann mittels einer Verbindung zwischen erster und zweiter Signalverarbeitungseinheit an die zweite Signalverarbeitungseinheit geleitet und von dieser weiterverarbeitet werden. Die Verbindung von einem Signalausgang der ersten Signalverarbeitungseinheit zu der zweiten Signalverarbeitungseinheit (einem Signaleingang derselben) kann direkt sein oder es können weitere signalverarbeitende Komponenten dazwischen liegen. Das entsprechende Signal kann an der zweiten Signalverarbeitungseinheit mit einer Frequenz basierend auf der zweiten Taktfrequenz verarbeitet werden. Beispielsweise kann auch die zweite Taktfrequenz eine Abtastfrequenz zum Abtasten des Signals vorgeben.

Aufgrund des vorgesehenen Unterschieds zwischen erster und zweiter Taktfrequenz kann ein Abtastratenverhältnis des Abtastratenwandlers eingestellt werden. Diese Einstellung kann vorteilhaft verwendet werden, um einen bei Ortungssystemen auftretenden Doppler-Effekt zu berücksichtigen, beispielsweise bei einer Simulation eines zu ortenden Objekts und/oder bei der Detektion eines bewegten Objekts. Der Doppler-Effekt bewirkt im Frequenzbereich eine Änderung der Frequenz des Echsignals um einen Skalierungsfaktor

$s(t) = \frac{c-v(t)}{c+v(t)}$, wobei c die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals bezeichnet und $v(t)$ die zeitabhängige Relativgeschwindigkeit des Objekts bezeichnet. Um den Skalierungsfaktor $s(t)$ zu berücksichtigen kann die Abtastratenkonvertierung eingesetzt werden. Die Einstellung der ersten zur zweiten Taktfrequenz ermöglicht die Berücksichtigung einer Relativbewegung des Objekts. Dabei gilt für das Verhältnis $\frac{\text{erste Taktfrequenz}}{\text{zweite Taktfrequenz}} = 1 - \frac{2v}{c} \approx s$. Mit anderen Worten kann gelten: zweite Taktfrequenz = erste Taktfrequenz $\cdot (1 \pm a(t))$ (mit z.B. $a = 10^{-6}$). Somit kann durch das Einstellen des Abtastratenverhältnisses unter Verwendung des Skalierungsfaktors $s(t) = 1 \pm a(t)$ der Einfluss des Doppler-Effekts beispielsweise eingefügt (etwa bei der Simulation von bewegten Objekten) oder kompensiert (etwa bei der Detektion von bewegten Objekten) werden. Dadurch kann z.B. die Möglichkeit gegeben sein, anstelle von unbewegten Objekten auch entfernungsmäßig bewegte Objekte in einfacher Weise zu simulieren.

Die vorgeschlagene Berücksichtigung des Doppler-Effekts kann vorteilhafterweise mittels einer einfachen Hardwareausführung mit erster und zweiter Signalverarbeitungseinheit sowie den entsprechenden Taktgebern ermöglicht werden. Insbesondere aufgrund der hardwarebasierten Ausführung des vorgestellten Konzepts kann eine Echtzeitfähigkeit erreicht werden, beispielsweise kann durch einfaches Ändern des Abtastratenverhältnisses eine zeitliche Änderung bezüglich der Relativbewegung des Objekts berücksichtigt werden.

Es kann erforderlich sein, dass das Verhältnis der beiden Taktfrequenzen sehr klein ist, um gegenüber der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals geringe Relativgeschwindigkeiten des Objekts zu berücksichtigen. Beispielsweise weicht die zweite Taktfrequenz um weniger als einen Faktor von 10^{-4} (oder von 10^{-5} , von 10^{-6} , von 10^{-7} , von 10^{-8} oder von 10^{-9}) und/oder von mehr als einen Faktor von 10^{-9} (oder von 10^{-7} oder von 10^{-6}) der ersten Taktfrequenz von der ersten Taktfrequenz ab, z.B. bei der Verwendung in Radarsystemen. Dadurch können etwa bei Radarsignalen Relativbewegungen von 2 km/h bis zu einigen tausend km/h berücksichtigt werden. Beispielsweise können sich für Radarobjekte mit einer Geschwindigkeit von $v = 200$ km/h ein Skalierungsfaktor von $1 \pm 3.7 \cdot 10^{-7}$; für $v = 20$ km/h ein Skalierungsfaktor von $= 1 \pm 3.7 \cdot 10^{-8}$; oder für $v = 2$ km/h ein Skalierungsfaktor von etwa $3.7 \cdot 10^{-9}$ ergeben. Für die Verwendung der Vorrichtung in anderen Systemen, beispielsweise Sonar, kann eine Anpassung des Abtastratenverhältnisses entsprechend der Ausbreitungsgeschwin-

digkeit der Wellen (z.B. akustische Wellen) erforderlich sein, entsprechend des zuvor beschriebenen Skalierungsfaktors.

5 Zur Erzeugung des Abtastratenverhältnisses ist beispielsweise eine hohe Frequenzstabilität der Taktgeber oder eine hohe Stabilität des Abtastratenverhältnisses, also des Verhältnisses zwischen erster und zweiter Taktfrequenz, erforderlich, um den geringen Unterschied der Taktfrequenzen zuverlässig einzustellen. Daher kann vorgesehen sein, dass der erste und der zweite Taktgeber Oszillatoren (z.B. spannungsgesteuerter Oszillator oder digital gesteuerter Oszillator) sind, die jeweils über eine gemeinsame Referenzsignalquelle gekoppelt sind.

10 Beispielsweise können insgesamt zwei Quellen (z.B. Taktgeber) verwendet werden, die sich frequenzmäßig referenzieren. Im Falle einer gemeinsamen Referenzsignalquelle würden hingegen drei Quellen verwendet. Mit anderen Worten können die mittels der ersten und zweiten Taktgeber erzeugten Frequenzen auf einem gemeinsamen Referenztakt basieren. Aufgrund der Kopplung kann dabei z.B. auch bei einer Änderung (z.B. Langzeitänderung

15 oder Schwankung) der Frequenz der Referenzquelle das Abtastratenverhältnis konstant bleiben. Das Ableiten der Frequenz von einer gemeinsamen Referenzsignalquelle oder einer z.B. gegenseitigen Koppelung kann das Einstellen sehr kleiner Frequenzunterschiede der Oszillatoren ermöglichen. Alternativ kann ein Aufbau mit zwei Oszillatoren realisiert sein, die z.B. kurzzeitig sehr stabil oder frequenzstabil sind und z.B. zeitlich nicht gekoppelt sind.

20

Beispielsweise ist das Ortungssystem ein Radarsystem und das Signal ein Radarsignal. Gemäß weiteren Beispielen kann das Ortungssystem jedoch auch ein Lidarsystem (engl.: light detection and ranging) oder ein Sonarsystem (engl.: sound navigation and ranging) sein. Entsprechend der unterschiedlichen Verwendung von elektromagnetischen Wellen oder

25 akustischen Wellen können je nach verwendetem System für die Vorrichtung entsprechend Antennen, Lichtdetektoren und Lichtsender oder Mikrofone und akustische Signalgeneratoren bereitgestellt werden. Ferner können die verwendete erste und zweite Taktfrequenz je nach System entsprechend der Ausbreitungsgeschwindigkeiten der verwendeten Wellenarten angepasst werden.

30

Wie beschrieben ist die vorgeschlagene Vorrichtung ausgebildet, um Bewegungen eines Objekts, beispielsweise eines Radarobjekts, zu berücksichtigen. Eine Bewegung kann eine Geschwindigkeit oder Relativgeschwindigkeit umfassen. Über die Geschwindigkeit $v(t)$ bzw. den entsprechenden (z.B. zeitabhängigen) Skalierungsfaktor $s(t)$ kann eine beliebige

Bewegung, z.B. eine relative Beschleunigung dargestellt bzw. kompensiert werden. Die Bewegung kann eine Relativbewegung oder Momentangeschwindigkeit des Objekts umfassen oder auf der Momentangeschwindigkeit basieren. Beispielsweise kann der Skalierungsfaktor pro Zeiteinheit aufgrund der zeitlich abgeleiteten Geschwindigkeit (z.B. Momentangeschwindigkeit) berechnet werden.

Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, mittels der Vorrichtung ein Objekt zu simulieren.

Die Vorrichtung kann entsprechend zum Simulieren (z.B. Simulationsvorrichtung) eines vom Ortungssystem detektierbaren Objekts oder Ziels ausgebildet sein, derart, dass eine simulierte Bewegung des Objekts ein Verhältnis zwischen erster und zweiter Taktfrequenz bestimmt.

Beispielsweise kann an der Vorrichtung ein Radarsignal eines Radargerätes empfangen werden, das mittels des Abtastratenwandlers verarbeitet wird. Durch das Abtastratenverhältnis kann von der Vorrichtung ein verarbeitetes Signal mit veränderter Bandbreite ausgegeben werden, wobei die Änderung der Bandbreite einer Veränderung der Bandbreite aufgrund eines bewegten Objekts durch den Doppler-Effekt entspricht. Das verarbeitete Signal kann an das Radargerät zurückgesendet werden, sodass am Radargerät ein Signal eintrifft, das dieselbe Information enthält, die ein von einem bewegten Objekt reflektiertes Radarsignal enthalten würde. Dabei kann jedoch ein tatsächlicher Abstand zwischen Radargerät und Vorrichtung konstant sein.

Die erste Signalverarbeitungseinheit umfasst beispielsweise einen Analog-Digital-Umsetzer (A/D-Umsetzer) und/oder die zweite Signalverarbeitungseinheit umfasst beispielsweise einen Digital-Analog-Umsetzer (D/A-Umsetzer). Alternativ kann auch die erste Signalverarbeitungseinheit einen Digital-Analog-Umsetzer und die zweite Signalverarbeitungseinheit einen Analog-Digital-Umsetzer umfassen, wodurch beispielsweise eine reine Simulation in der digitalen Domäne z.B. zum Test der Signalverarbeitung vorgenommen werden kann.

Durch die Simulationsvorrichtung können für Sensoren (z.B. Radare) mit hoher Bandbreite und/oder Integrationszeit eine abbildende Simulation eines realitätsnahen, bewegten Zieles sowie die Echtzeitfähigkeit durch die Vermeidung umfangreicher Berechnungen ermöglicht werden. Beispielsweise hängt das vorgeschlagene Implementierungsverfahren für unter-

schiedliche Zielgeschwindigkeiten und Bewegungsabläufe z.B. von Frequenzgenauigkeit und -stabilität der Signalverarbeitungseinheiten (z.B. A/D-Umsetzer oder D/A-Umsetzer) und Taktgeber (z.B. Oszillator, lokaler Oszillator, z.B. direct digital synthesis DDS) ab.

- 5 Es kann vorteilhaft sein, die Bewegung unabhängig von der Trägerfrequenz des Signals zu betrachten, sodass diese allein von der Momentangeschwindigkeit im Verhältnis zur Ausbreitungsgeschwindigkeit abhängt. Zum Beispiel ist der Skalierungsfaktor unabhängig von der Trägerfrequenz, wohingegen ein berechneter Doppler-Frequenzversatz von der Trägerfrequenz abhängen kann. Ein Vorteil kann eine für die Simulation reine Abhängigkeit von
- 10 der Bewegung (und beispielsweise Dopplershift des Hochfrequenzträgers) sein. Des Weiteren bleibt bei dem vorgeschlagenen hardwarebasierten Konzept der Simulation die Möglichkeit zur weiteren Signalmodifikation wie der Hinzufügung von Streuzentren oder der Berechnung eines zusätzlichen Frequenzversatzes (z.B. des Frequenzversatzes durch das Mischen auf eine andere Trägerfrequenz oder die Simulation weiterer Effekte wie Jitter)
- 15 z.B. in der digitalen Domäne, z.B. durch Verwenden eines digitalen Signalprozessors DSP, erhalten.

Beispielsweise ist für die weitere Signalmodifikation ein digitaler Signalprozessor im Signalweg bereitgestellt, z.B. angeordnet zwischen der ersten Signalverarbeitungseinheit und

20 der zweiten Signalverarbeitungseinheit. Der digitale Signalprozessor kann etwa zum Modifizieren des Signals ausgebildet sein, um zusätzlich zur simulierten Bewegung weitere Merkmale zum Objekt zu simulieren. Diese Merkmale können beispielsweise Phasenrauschen, weitere Streuzentren und/oder Ausgleich des Frequenzversatzes abhängig von einer Trägerfrequenz des Signals umfassen.

25

Die vorgeschlagenen Konzepte für einen Bewegtzielsimulator mit der Anforderung einer Zielbewegung (Range-Walk) können z.B. zur Performanz-Evaluierung eines Radarsystems gegenüber bewegten Zielen mit großen Zeit-Bandbreitenprodukten und Pulskompression eingesetzt werden. Dies wird z.B. bei kohärenten Pulsradaren oder für Rausch- oder Passiv-

30 radare genutzt.

Gemäß einem Beispiel ist vorgesehen, mittels der Vorrichtung ein Objekt zu orten.

Es ist möglich, dass die erste Signalverarbeitungseinheit einen Analog-Digital-Umsetzer umfasst und die zweite Signalverarbeitungseinheit einen digitalen Signalprozessor umfasst.

5 Beispielsweise ist die Vorrichtung zum Orten eines sich relativ zur Vorrichtung bewegenden Objekts unter Berücksichtigung einer Bewegung des Objekts ausgebildet, wobei die Vorrichtung ausgebildet ist, um ein Verhältnis zwischen erster und zweiter Taktfrequenz basierend auf der Bewegung des Objekts einzustellen. Das Orten des Objekts kann ein Bestimmen einer Entfernung zum Objekt, ein Detektieren des Objekts und/oder eine Winkelposition des Objekts umfassen.

10

Die Vorrichtung zum Orten des Objekts kann etwa in einem Radargerät ausgebildet sein. Das Radargerät kann ein Radarsignal aussenden, welches von einem bewegten Objekt reflektiert und von dem Radargerät empfangen wird. In Abhängigkeit der Bewegung des Objekts und der Ausbreitungsgeschwindigkeit des Radarsignals kann das Abtastratenverhältnis
15 der Vorrichtung eingestellt werden. Die Einstellung kann z.B. adaptiv auf Änderungen der Bewegung des Objekts verändert werden. Durch das Bereitstellen der Vorrichtung zum Orten in dem Radargerät kann eine Ortung des Objekts aufgrund der Berücksichtigung der Bewegung des Objekts verbessert werden.

20 Das vorgeschlagene Konzept kann z.B. in rein Range-Doppler digital verarbeitende Systeme über eine Modifikation des Abtastvorgangs einfach integriert werden. Hierzu kann aus der Zielhistorie (z.B. vorige Positionen des Ziels), von externen Sensoren (z.B. Einweisern), adaptiv, heuristisch oder parallel jeweils eine Zielbewegung (z.B. Zielgeschwindigkeit) angenommen oder ermittelt werden. Eine parallele Betrachtung mehrerer Objekte ist möglich,
25 wobei mit gleichzeitig zu betrachtender Zielanzahl die Systemkomplexität steigen kann, falls sich die Geschwindigkeiten der Ziele stark unterscheiden. Neben einer besseren Detektion kann z.B. auch eine eindeutigere Positionsbestimmung eines Ziels erreicht werden, da etwa ein Punktstreuer nicht mehr in Range bzw. Doppler verschmiert, was ansonsten z.B. auch für eine konstante Geschwindigkeit der Fall wäre. Durch die leicht unterschiedlichen
30 Samplingraten (Abtastraten) wird lediglich die Anpassung über die Bandbreite (und damit Entfernung) berücksichtigt bzw. kompensiert.

Beispielsweise kann die Vorrichtung eine Einrichtung umfassen, die zum Bestimmen einer Bewegung des Objekts ausgebildet ist. Dies kann notwendig sein, um z.B. die Geschwin-

digkeit des Objekts zu erfassen und diese somit bei der Detektion des Objekts (z.B. für eine genauere Abstandsbestimmung) berücksichtigen zu können. Die Einrichtung kann z.B. die Bewegung des Objekts aufgrund vorheriger Positionen und einer zeitlichen Extrapolation (beispielsweise einer Vorhersage der Bewegung basierend auf vorigen Positionen zu jeweiligen Zeitpunkten) abschätzen. Die Bewegung des Objekts kann sich auch aus weiteren Sensorquellen, einer festen Trajektorie des Objekts und/oder einer Zielhistorie (z.B. vorherige Positionen) ergeben.

Alternativ kann die Einrichtung zum Bestimmen der Bewegung des Objekts eine Geschwindigkeitsmessvorrichtung (z.B. Dauerstrichortungsvorrichtung) umfassen. Beispielsweise kann das mittels der Vorrichtung zu verarbeitende Signal ein Radarsignal sein und die Geschwindigkeitsmessvorrichtung ein Dauerstrichradar sein. Alternativ kann die Geschwindigkeitsmessvorrichtung eine Ortungsvorrichtung sein, die analog zu einem Dauerstrichradar basierend auf kontinuierlicher Wellenaussendung arbeitet, jedoch beispielsweise Licht (Lidarsystem) oder akustische Wellen (Sonarsystem) verwendet. Beispielsweise ist es vorteilhaft, die Geschwindigkeit des Objektes zu bestimmen, um mittels des vorgeschlagenen Konzepts die Entfernung zum Objekt genauer bestimmen zu können. Die Geschwindigkeitsbestimmung kann zeitgleich zur Entfernungsbestimmung erfolgen, da der Bewegungsablauf komplex sein kann, vor allem wenn dessen Verlauf nicht prädictierbar ist. Beispielsweise kann auch zunächst ein voreingestellter oder vordefinierter Geschwindigkeitsbereich verwendet werden sein, beispielsweise bis die Geschwindigkeit bestimmt ist.

Beispielsweise ist der digitale Signalprozessor der zweiten Signalverarbeitungseinheit ausgebildet, die Entfernung zu dem Objekt mittels kohärenter Integration über eine Zeitdauer zu bestimmen. Die zu beobachtende Zeitdauer (z.B. vordefinierte Zeitdauer oder dynamisch einstellbare Zeitdauer) hängt dabei z.B. vom verwendeten System und der Objektbewegung ab. Bei klassischen Radarsystemen liegt diese z.B. im Bereich von wenigen hundert Millisekunden (z.B. weniger als 500 ms, weniger als 700 ms oder weniger als 900 ms und/oder mehr als 100 ms), im Fall von z.B. Passivradaren kann das Intervall bis mehrere Sekunden betragen (z.B. mehr als 1 s und/oder weniger als 10 s, weniger als 5 s oder weniger als 3 s). Ein Erfordernis, die Bewegung zu kompensieren, kann mit der Geschwindigkeit oder Beschleunigung in Bezug auf die Größe einer Entfernungs-Geschwindigkeitszelle steigen. Letzteres hängt z.B. unter anderem von der Abtastrate (z.B. Bandbreite) und der Integrationszeit des Systems ab.

Die Anwendung zur Ortung von Objekten kann z.B. für Sensoren (Radare) mit hohen Bandbreiten in Bezug auf die zur Betrachtung genutzte Zeit und der währenddessen erfolgten Zielbewegung erfolgen. Durch eine zielangepasste Verarbeitung wird z.B. über die Möglichkeit zur Verbesserung des Ziel Signal-Rausch-Verhältnisses SNR, eine Reichweiterehöhung z.B. zur Weltraumbeobachtung oder Zieldetektion in Radaren, in Passivradaren oder für Suchradare erreicht, was mit anderen System nicht ermöglicht werden kann. Beispielsweise können durch Berücksichtigung des physikalischen Effekts (z.B. Doppler-Effekt aufgrund der Bewegung) kohärente Fusions- und Trackingalgorithmen, die lange Zeiträume mit einer Objektbewegung betrachten, verbessert werden, da etwa über die Fokussierung die Positionsgenauigkeit und Detektionsleistung eines sich über den Zeitraum bewegten Objekts als Eingabeparameter erhöht werden kann.

Der Einsatz der Vorrichtung (z.B. in einem Radar) kann sich neben verbesserter Messung einer Entfernung auch auf die Lokalisierung eines Objekts mit Richtungsbestimmungen erstrecken und ferner, insbesondere mit breitbandigen Radarsignalen, bei denen der Einfluss des Doppler-Effekts vor allem aufgrund kleinerer Entfernungszellen auftreten kann, für Bildgebung möglich sein.

Gemäß einem Beispiel umfasst die Vorrichtung eine Empfangseinheit zum Empfangen des Signals durch die Vorrichtung und/oder eine Sendeeinheit zum Senden des mittels des Abtastratenwandlers verarbeiteten Signals. Beispielsweise umfasst die Empfangseinheit und Sendeeinheit je eine Antenne (z.B. Radarantenne). Zwischen Empfangseinheit und Abtastratenwandler sowie zwischen Sendeeinheit und Abtastratenwandler ist z.B. jeweils ein Mischer (äußere Mischer) vorgesehen. Die Vorrichtung kann entsprechend ausgebildet sein, eine aufgrund einer verwendeten Trägerfrequenz des Signals auftretende Frequenzverschiebung unter Verwendung der beiden Mischer zu kompensieren. Beispielsweise kann die von der Trägerfrequenz abhängige Frequenzverschiebung mittels einer Verstimmung von zumindest einem Oszillator der entsprechenden äußeren Mischer kompensiert werden.

30

Alternativ oder zusätzlich kann die aufgrund der Trägerfrequenz auftretende zusätzliche Frequenzverschiebung ebenfalls in der digitalen Domäne kompensiert werden. Die Kompensierung kann nach dem DRFM (digital radio frequency memory) Prinzip erfolgen, wobei

dann z.B. eine Kompensation über die zuvor beschriebenen äußeren Mischer nicht erforderlich wären, sondern z.B. im digitalen Signalprozessor vorgenommen werden kann.

5 Weitere Aspekte der Offenbarung betreffen ein Verfahren zum Simulieren eines mittels eines Ortungssystems zu detektierenden Objekts. Das Verfahren umfasst ein Empfangen eines Signals des Ortungssystems und ein Verarbeiten des Signals unter Verwendung einer Abtastratenkonvertierung. Ferner umfasst das Verfahren ein Einstellen eines Abtastratenverhältnisses der Abtastratenkonvertierung basierend auf einer zu simulierenden Bewegung des simulierten Objekts und ein Ausgeben des verarbeiteten Signals.

10

Das Verfahren kann es mittels des einfachen Einstellens des Abtastratenverhältnis ermöglichen, eine Bewegung eines simulierten Objekts (z.B. eines Radarobjekts) beispielsweise in Echtzeit einstellen oder ändern zu können. Durch das Einstellen des Abtastratenverhältnisses kann der Doppler-Effekt eines bewegten Objekts beispielsweise unter Verwendung eines hardwarebasierten Abtastratenwandlers simuliert werden und somit eine Objektsimulation verbessert werden. Das Verfahren kann in einem Bewegtzielsimulator mit der Anforderung einer Zielbewegung (Range-Walk) z.B. zur Performanz-Evaluierung eines Radarsystems gegenüber bewegten Zielen mit großen Zeit-Bandbreitenprodukten und Pulskompression eingesetzt werden.

20

Beispielsweise ermöglicht die Einstellmöglichkeit der simulierten Objekts ein zeitliches Ändern der simulierten Bewegung (z.B. Geschwindigkeit). Somit kann ein Simulieren eines Bewegungsablaufes des Objekts mittels einer zeitlichen Änderung des Abtastratenverhältnisses durchgeführt werden. Insbesondere kann dabei nicht nur ein vordefinierter Bewegungsablauf, sondern frei veränderbare, z.B. an äußere Situationen angepasste, Abläufe simuliert werden.

25

Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung betrifft ein Verfahren zum Orten eines Zielobjekts. Das Orten des Zielobjekts kann ein Bestimmen einer Entfernung zum Zielobjekt und/oder ein Lokalisieren mittels Richtungsbestimmung umfassen. Das Verfahren umfasst ein Empfangen eines Signals eines Ortungssystems und ein Verarbeiten des Signals mittels Abtastratenkonvertierung. Für die Abtastratenkonvertierung wird ein Abtastratenverhältnis verwendet, das auf einer Bewegung des Zielobjekts basiert. Ferner umfasst das

30

Verfahren ein Orten des Zielobjekts unter Verwendung des verarbeiteten Signals. Das Orten des Zielobjekts kann ein Bestimmen einer Entfernung zum Zielobjekt umfassen.

5 Aufgrund der Berücksichtigung der Bewegung des Objekts bei der Ortung können eine kohärente Integration und verbesserte Zieldetektion erreicht werden. Das Verfahren lässt sich beispielsweise in einem Range-Doppler-Radarsystem anwenden, wobei lediglich eine Abtastratenkonvertierung benötigt wird. Neben einer besseren Detektion kann sich auch eine eindeutigere Positionsbestimmung eines Ziels ergeben, da etwa ein Verschmieren eines Punktstreuers im Detektionsergebnis reduziert oder vermieden werden kann, wobei ohne
10 das vorgeschlagene Verfahren ein solches Verschmieren auftreten kann.

Beispielsweise umfasst das Verfahren ferner ein Bestimmen der Bewegung des Zielobjekts basierend auf zuvor bestimmten Positionen des Zielobjekts und deren zeitlichen Änderung. Die zuvor bestimmten Positionen können etwa Entfernungen zwischen Zielobjekt und einem Standort, an dem das Verfahren ausgeführt wird, umfassen.
15

Das Bestimmen der Bewegung des Zielobjekts kann unter Verwendung eines Bewegungssensors erfolgen. Beispielsweise umfasst der Bewegungssensor einen Geschwindigkeitssensor. Alternativ können zuvor bestimmte Positionen des Objekts interpoliert werden und so auf eine Bewegung oder Geschwindigkeit des Objekts rückgeschlossen werden.
20

Beispielsweise umfasst das Verfahren ein Bestimmen einer Entfernung zum Zielobjekt mittels kohärenter Integration des Signals. Ein Vorteil am vorgeschlagenen Verfahren kann sich insbesondere für Anwendung (z.B. Radarsensoren) mit großer Bandbreite und/oder hoher Integrationszeit ergeben. Beispielsweise kann durch regelmäßiges Orten des Zielobjekts eine Trackingfunktion zum Erfassen einer Bewegungsbahn des Zielobjekts bereitgestellt werden.
25

Gemäß Beispielen dargestellter Verfahren kann für die Abtastratenkonvertierung ein Abtastratenverhältnis aus einem Wertebereich von 1 ± 10^{-4} (oder von 1 ± 10^{-5} , von 1 ± 10^{-6} , oder von 1 ± 10^{-7}) verwendet werden (bspw. für Radarsysteme). Alternativ zu einem Radarsignal kann auch ein Lidarsignal oder ein Sonarsignal verwendet werden. Entsprechend der Ausbreitungsgeschwindigkeit der verwendeten Signale kann der Wertebereich des Abtastratenverhältnisses wie anfangs beschrieben angepasst werden. Bei Lidar können z.B. in Luft diesel-
30

ben Faktoren verwendet werden wie für Radar, da die Ausbreitungsgeschwindigkeit gleich sind. Bei Sonar können diese wie ausgeführt stark abweichen.

Die in Verbindung mit der Vorrichtung beschriebenen Beispiele gelten, sofern anwendbar,
5 auch für die vorgeschlagenen Verfahren.

Figurenkurzbeschreibung

Einige Beispiele von Vorrichtungen und/oder Verfahren werden nachfolgend bezugnehmend auf die beiliegenden Figuren lediglich beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:
10

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung mit einem Abstratenwandler;

Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Simulieren eines mittels eines Ortungssystems zu detektierenden Objekts;
15

Fig. 3 ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Orten eines Zielobjekts;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Simulation eines Zielobjekts;
20

Fig. 5 ein schematisch dargestelltes Beispiel eines Hochfrequenzgeräts mit Vorrichtung zur Simulation eines Zielobjekts; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Detektion eines Objekts unter Berücksichtigung einer Relativbewegung des Objekts.
25

Beschreibung

Verschiedene Beispiele werden nun ausführlicher Bezug nehmend auf die beiliegenden Figuren beschrieben, in denen einige Beispiele dargestellt sind. In den Figuren können die Stärken von Linien, Schichten und/oder Bereichen zur Verdeutlichung übertrieben sein.
30

Während sich weitere Beispiele für verschiedene Modifikationen und alternative Formen eignen, sind dementsprechend einige bestimmte Beispiele derselben in den Figuren gezeigt

und werden nachfolgend ausführlich beschrieben. Allerdings beschränkt diese detaillierte Beschreibung weitere Beispiele nicht auf die beschriebenen bestimmten Formen. Weitere Beispiele können alle Modifikationen, Entsprechungen und Alternativen abdecken, die in den Rahmen der Offenbarung fallen. Gleiche oder ähnliche Bezugszeichen beziehen sich in
5 der gesamten Beschreibung der Figuren auf gleiche oder ähnliche Elemente, die bei einem Vergleich miteinander identisch oder in modifizierter Form implementiert sein können, während sie die gleiche oder eine ähnliche Funktion bereitstellen.

Es versteht sich, dass, wenn ein Element als mit einem anderen Element „verbunden“ oder
10 „gekoppelt“ bezeichnet wird, die Elemente direkt, oder über ein oder mehrere Zwischenelemente, verbunden oder gekoppelt sein können. Wenn zwei Elemente A und B unter Verwendung eines „oder“ kombiniert werden, ist dies so zu verstehen, dass alle möglichen Kombinationen offenbart sind, d. h. nur A, nur B sowie A und B, sofern nicht explizit oder implizit anders definiert. Eine alternative Formulierung für die gleichen Kombinationen ist
15 „zumindest eines von A und B“ oder „A und/oder B“. Das Gleiche gilt, mutatis mutandis, für Kombinationen von mehr als zwei Elementen.

Die Terminologie, die hier zum Beschreiben bestimmter Beispiele verwendet wird, soll nicht begrenzend für weitere Beispiele sein. Wenn eine Singularform, z. B. „ein, eine“ und
20 „der, die, das“ verwendet wird und die Verwendung nur eines einzelnen Elements weder explizit noch implizit als verpflichtend definiert ist, können weitere Beispiele auch Pluralelemente verwenden, um die gleiche Funktion zu implementieren. Wenn eine Funktion nachfolgend als unter Verwendung mehrerer Elemente implementiert beschrieben ist, können weitere Beispiele die gleiche Funktion unter Verwendung eines einzelnen Elements oder
25 einer einzelnen Verarbeitungsentität implementieren. Es versteht sich weiterhin, dass die Begriffe „umfasst“, „umfassend“, „aufweist“ und/oder „aufweisend“ bei Gebrauch das Vorhandensein der angegebenen Merkmale, Ganzzahlen, Schritte, Operationen, Prozesse, Elemente, Komponenten und/oder einer Gruppe derselben präzisieren, aber nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen eines oder mehrerer anderer Merkmale, Ganzzahlen, Schritte,
30 Operationen, Prozesse, Elemente, Komponenten und/einer Gruppe derselben ausschließen.

Sofern nicht anderweitig definiert, werden alle Begriffe (einschließlich technischer und wissenschaftlicher Begriffe) hier in ihrer üblichen Bedeutung auf dem Gebiet verwendet, zu dem Beispiele gehören.

Die vorliegende Offenbarung umfasst Konzepte zur (z.B. breitbandigen) Modellierung eines bewegten Zieles aufgrund des Dopplereffekts, beispielsweise in Ortungssystemen wie Radar. Dies kann bei verschiedenen Anwendungen relevant sein, zum Beispiel bei der Simulation eines relativ zum Sensor (z.B. Radargerät) bewegten Zieles (z.B. Radarzieles) und zum Beispiel für die Verarbeitung (z.B. in einem Radargerät) mit einer kohärenten Integration und Zieldetektion.

Bei anderen Konzepten wird beispielsweise die Einbeziehung der Bewegung des Zieles (z.B. Radarobjekts) und der daraus resultierenden kontinuierlichen Änderung der Entfernung $R_i(t) = R_i(\tau_i) + \int_{\tau_i}^t v(x) dx$ (mit R_i als Entfernung zum Zeitpunkt t bei einer Bewegung des Zieles mit einer Geschwindigkeit v in einem Zeitraum von τ_i bis t), z.B. innerhalb einer Betrachtungszeit $T = \Delta t$ durch mehrere Pulse bzw. dem Aufspannen eines kohärenten Verarbeitungsintervall (CPI), zur Vereinfachung vernachlässigt. Eine technische Herausforderung ist beispielsweise die Methodenentwicklung für die Berücksichtigung einer Zielbewegung (z.B. Simulation eines bewegten Radarobjekts oder Detektion eines tatsächlich bewegten Radarobjekts) und deren Echtzeitfähigkeit.

Einige Lösungen für die Sensorverarbeitung (z.B. Radar) basieren z.B. auf dem unten angeführten vereinfachten Kanalmodell $h(t)$ mit z.B. einer festen zeitlichen Verschiebung τ_i für die Entfernungssimulation von $R_0 = R_i(\tau_i)$ und z.B. einer absoluten Frequenzverschiebung ω_i zur Annäherung des durch die Momentangeschwindigkeit $\dot{v} = dv / dt$ des Objekts verursachten Frequenzversatzes der Trägerfrequenz des betrachteten Signals. Das vereinfachte Kanalmodell für i Ziele (z.B. Punkstreuer; mit i gleich der Anzahl der Ziele) lässt sich damit z.B. über eine Delta-Distribution δ darstellen, $h(t) = \sum_i \delta(t - \tau_i) * e^{-j\omega_i t}$. Nach einem Zeitraum von z.B. wenigen hundert Millisekunden werden hierbei die Parameter τ_i und ω_i entsprechend der neuen Zielposition aktualisiert.

Andere Konzepte stellen z.B. keine echtzeitfähige zeitliche Entfernungsänderung von Zielen aufgrund der Bewegung der Ziele bei einer Simulation bereit. Das Ziel wirkt damit quasi stationär in einer ermittelten Entfernung und mit einem festen Frequenzversatz. Für eine verbesserte Simulation kann es dagegen erforderlich sein, die Bewegung und die daraus resultierenden Effekte zu berücksichtigen. Bei der Detektion von Zielen ohne Berücksichtigung der Bewegung kann eine Einschränkung des Integrationsgewinns durch Zeit- bzw.

Bandbreite erfolgen, daher kann eine Berücksichtigung der Bewegung des Ziels für eine verbesserte Detektion erforderlich sein.

Im Folgenden werden Konzepte erläutert, die eine Berücksichtigung einer Bewegung eines Objekts bei einer simulierten Bewegung des Objekts oder einer Detektion eines bewegten Objekts bereitstellen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 10 mit einem Abtastratenwandler. Der Abtastratenwandler umfasst eine erste Signalverarbeitungseinheit 14, die mit einem ersten Taktgeber 15 zum Ausgeben einer ersten Taktfrequenz verbunden ist, und eine zweite Signalverarbeitungseinheit 16, die mit einem zweiten Taktgeber 17 zum Ausgeben einer zweiten Taktfrequenz verbunden ist. Die erste Signalverarbeitungseinheit 14 ist zum Empfangen eines Signals 12 ausgebildet. Das von der ersten Signalverarbeitungseinheit 14 verarbeitete Signal 12 kann an die zweite Signalverarbeitungseinheit 16 geleitet und von dieser weiterverarbeitet werden. Beispielsweise kann die zweite Signalverarbeitungseinheit ein entsprechend weiterverarbeitetes Signal 12' ausgeben.

Das Signal 12 ist beispielsweise ein Radarsignal, das von einem Radargerät gesendet wurde, oder ein Radar-Echosignal, das von einem Radarobjekt reflektiert wurde. Die Vorrichtung 10 kann ausgebildet sein, um eine Bewegung eines Radarobjekts zu simulieren und/oder um ein Radarobjekt zu detektieren.

Für das Signal 12 gilt für die Beziehung zwischen Zeitbereich und Frequenzbereich: $x(st) \xleftrightarrow{FT} 1/s X(\omega/s)$ mit der Zeit t , einem Faktor s und der Frequenz ω . Im Gegensatz zu einem vereinfachten Doppler-Frequenzshiftmodell ist ein im Zeitbereich skaliertes Signal $x(st)$ nicht mehr von einer Trägerfrequenz abhängig. Ein Skalierungsfaktor $s(t) = \frac{c-v(t)}{c+v(t)}$ (mit Ausbreitungsgeschwindigkeit c des Signals) verursacht eine Spektrumspreizung bzw. -stauchung in Abhängigkeit von einer Relativgeschwindigkeit $v(t)$, welche durch die Zeitabhängigkeit der Entfernung $\tau_i(t)$ (z.B. aufgrund einer Bewegung des Objekts) hervorgerufen wird. Dadurch wird eine über die betrachtete Signalbandbreite ansteigende Frequenzverschiebung erreicht, welche vor allem für Radare mit hoher Bandbreite und/oder Integrationszeit relevant sein kann und dabei ebenso die Zielbewegung im betrachteten Zeitintervall (Range-Walk) erzeugt. Ein vorgeschlagenes Konzept basiert auf einer Signalskalierung über die Kombination der ersten Signalverarbeitungseinheit 14 (z.B. Analog-Digital-Wandler

- (ADC)) mit der zweiten Signalverarbeitungseinheit 16 (z.B. mit einem Digital-Analog-Wandler (DAC)) zur Abtastratenkonvertierung (Resampling). Über die Anpassung des Abtastfrequenz-Verhältnisses von $\frac{\text{erster Taktfrequenz}}{\text{zweiter Taktfrequenz}} = 1 - \frac{2v}{c} \approx s$ kann das Resampling und damit ein entfernungs- und bandbreitenabhängiger Shift eines Ziels (z.B. Objekts) in Abhängigkeit der Relativgeschwindigkeit v und der Ausbreitungsgeschwindigkeit c erzeugt werden. Dies kann im Gegensatz zur Objektmodellierung eines entfernungsmäßig unbewegten und nur frequenzverschobenen Zielechos eine Verbesserung der Modellierung darstellen.
- 10 Beispielsweise würde eine Relativbewegung zwischen Radargerät und Vorrichtung 10 zu einem Stauchen/Dehnen des Spektrums des reflektierten Signals aufgrund des Doppler-Effekts führen. Dieser Effekt kann mittels des Abtastratenwandlers hardwarebasiert simuliert werden, sodass das Radargerät ein Echosignal (z.B. weiterverarbeitetes Signal 12') empfangen kann, das die Information einer Relativbewegung aufweist, auch wenn in Realität keine Bewegung der Vorrichtung stattfindet. Dementsprechend sind der erste und zweite
- 15 Taktgeber 15, 17 ausgebildet, um unterschiedliche Taktraten an die jeweils zugeordneten Signalverarbeitungseinheiten auszugeben. Durch eine Einstellung des Verhältnisses der ersten Taktrate zur zweiten Taktrate ist es möglich, die simulierte Bewegung einzustellen.
- 20 Alternativ oder zusätzlich kann die Vorrichtung verwendet werden, um ein besseres Detektieren eines bewegten Objekts zu ermöglichen. Beispielsweise ist das Signal 12 ein Echosignal und es können Informationen zur Bewegung des bewegten Objekts, welches das Signal 12 reflektiert hat, vorliegen. Diese Bewegungsinformation kann genutzt werden, um das Verhältnis der ersten Taktrate zur zweiten Taktrate entsprechend dem Skalierungsfaktor einzustellen und dadurch eine Kompensation des Doppler-Effekts bei der Detektion oder
- 25 Ortung des Objekts ermöglichen.

Die Vorrichtung 10 kann also sowohl verwendet werden, um bewegte Objekte, z.B. Radarobjekte, zu simulieren, als auch, um eine verbesserte Ortung (z.B. Entfernungsmessung zwischen Vorrichtung 10 und Radarobjekt) zu ermöglichen.

30

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 20 zum Simulieren eines mittels eines Ortungssystems zu detektierenden Objekts. Das Verfahren 20 umfasst ein Empfangen 21 eines Signals des Ortungssystems und ein Verarbeiten 22 des Signals unter Verwendung einer

Abtastratenkonvertierung. Verfahrensgemäß erfolgt ein Einstellen 23 eines Abtastratenverhältnisses der Abtastratenkonvertierung basierend auf einer zu simulierenden Bewegung des simulierten Objekts. Schließlich erfolgt ein Ausgeben 24 des verarbeiteten Signals. Beispielsweise kann das verarbeitete Signal über eine Sendeeinheit als Echosignal zurück an ein Radargerät gesendet werden, wobei durch das Verfahren z.B. ein Stauchen/Dehnen des Frequenzspektrums des Echosignals gegenüber dem empfangenen 21 Signal erreicht werden kann und somit eine Bewegung des Objekts simuliert werden kann.

Fig. 3 zeigt ein Flussdiagramm eines Verfahrens 30 zum Orten eines Zielobjekts. Das Verfahren 30 umfasst ein Empfangen 31 eines Signals eines Ortungssystems und ein Verarbeiten 32 des Signals mittels Abtastratenkonvertierung. Für die Abtastratenkonvertierung wird ein Abtastratenverhältnis verwendet, das auf einer Bewegung des Zielobjekts basiert. Ferner erfolgt ein Orten 33 des Zielobjekts unter Verwendung des verarbeiteten Signals. Das Verfahren 30 kann beispielsweise in einem Radarsensor ausgeführt werden.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 40 zur Simulation eines Zielobjekts. Beispielsweise ist die Vorrichtung 40 zur (Radar-)Zielsimulation in Echtzeit im Basisband ausgebildet. Die Vorrichtung 40 umfasst die erste Signalverarbeitungseinheit 14, die als A/D-Umsetzer ausgebildet ist, und die zweite Signalverarbeitungseinheit 16, die als D/A-Umsetzer ausgebildet ist. Die jeweiligen Taktgeber 15, 17, die den Signalverarbeitungseinheiten 14, 16 zugeordnet sind, sind als erster lokaler Oszillator LO1 und zweiter lokaler Oszillator LO2 bezeichnet. Die Oszillatoren LO1 und LO2 haben um einen Skalierungsfaktor voneinander abweichende Taktfrequenzen, wobei der Skalierungsfaktor eingestellt werden kann. Der in Fig. 4 dargestellte Doppelpfeil zwischen LO1 und LO2 kennzeichnet eine Kopplung der beiden Oszillatoren, die z.B. gemeinsam frequenzreferenziert sind und/oder z.B. ein gemeinsames Referenzsignal nutzen.

Die erste Signalverarbeitungseinheit 14 kann ein Signal, z.B. Radarsignal, über einen Eingangsport 44 empfangen und die zweite Signalverarbeitungseinheit 16 kann das zumindest mittels Abtastratenkonvertierung verarbeitete Signal über einen Ausgangsport 46 ausgeben oder senden. Zwischen erster und zweiter Signalverarbeitungseinheit ist ein digitaler Signalprozessor 42 (DSP) angeordnet, der eine weitere Signalverarbeitung des Eingangssignals zur Simulation weiterer Effekte ermöglicht.

Der A/D-Umsetzer hat eine Abtastrate, die leicht von der Abtastrate des D/A-Wandlers abweicht. Aufgrund der leicht unterschiedlichen Samplingraten kann der Bedarf für eine Pufferung entstehen, welcher von der absoluten Abtastfrequenz, dem Skalierungsfaktor und der Laufzeit abhängig ist und in der digitalen Domäne (DSP) realisiert werden kann. Aufgrund
5 der verwendeten kleinen Skalierungsfaktoren handelt es sich hierbei z.B. um kurze Zeitspannen (z.B. wenige μs pro Minute), die einer Entfernung in Abhängigkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit entspricht. Beispielsweise wird so für kleinere Ausbreitungsgeschwindigkeiten (z.B. bei Sonar) und dadurch größeren Skalierungsfaktoren nur eine kleine Entfernung durch die Verarbeitung bedingt. Die zeitliche Verzögerung für eine Anfangsent-
10 fernung R_0 kann ebenfalls durch eine Verzögerung in der DSP oder angelehnt an die vorher genannten Realisierungen erreicht werden.

Über ein zeitabhängiges Frequenzverhältnis können beispielsweise mit $s = s(t)$ über die zeitliche Änderung des Skalierungsfaktors auch komplexere Bewegungsabläufe berücksich-
15 tigt und auch die Anpassung auf andere Geschwindigkeiten ermöglicht werden. Eine zeitliche Geschwindigkeitsänderung (Beschleunigung) lässt sich damit über die daraus für LO1 oder LO2 resultierenden Frequenzen erreichen. Die lokalen Oszillatoren (LO1, LO2) leiten die von extern definierten Frequenzen z.B. von einer gemeinsamen bzw. gegenseitigen Referenzquelle (z.B. mit einer Frequenz von 10 MHz) ab.

20

Im Gegensatz zu anderen Systemen kann mittels des vorgeschlagenen Konzepts ein Simulieren (in Echtzeit) mit zeitlicher Entfernungsänderung des Zieles i aufgrund der Bewegung und z.B. innerhalb der gesampelten Bandbreite unabhängig der Trägerfrequenz ermöglicht werden. Gemäß anderen Konzepten kann gelten: $\tau_i = \text{const}$ und lediglich einem festen
25 Frequenzversatz um die Dopplerfrequenz ω_i für die gesamte betrachtete Bandbreite B . Die betrachtete Bandbreite B kann größer als die Bandbreite des Radars sein und ist beispielsweise bei digitalen Verfahren von der Samplingfrequenz abhängig. Die daraus resultierende Frequenzabhängigkeit kann bei dem vorgeschlagenen Konzept im Gegensatz zu anderen Systemen berücksichtigt werden. Dafür sind unterschiedliche Realisierungen wie diskrete
30 DSP Rechnung (in Software), DRFM basiert, ein in Hardware realisierter Frequenzshift durch mechanische, elektrische und optische Verzögerungselemente (Phasenschieber) möglich. Teilweise wird der Laufzeitunterschied τ_i auch inhärent Prinzip bedingt oder zusätzlich eingeführt, selbst hängt dieser jedoch nicht von der Zeit ab. Das Ziel wirkt damit quasi stationär in einer Entfernung $R(t) = 0.5 * c * \tau_i$ und mit einem Frequenzversatz von ω_i . Ge-

nauer kann es hingegen sein, die Skalierung und die daraus resultierenden Effekte – soweit erforderlich – zu berücksichtigen, so wie es durch Vorrichtung 40 ermöglicht wird.

- Beispielsweise wird ein über den Eingang 44 einkommendes Eingangssignal innerhalb der Bandbreite B (z.B. betrachtete Bandbreite B) mit einer Abtastrate $f_1(t)$ durch den A/D-Umsetzer gesampelt, danach wird es von dem D/A-Umsetzer mit einer Samplingrate $f_2(t)$ ausgegeben. Das Verhältnis $f_1(t)$ zu $f_2(t)$ bestimmt z.B. die erzeugte oder simulierte Geschwindigkeit innerhalb von B.
- Weitere Details und Aspekte sind in Verbindung mit weiter oben oder weiter unten ausgeführten Beispielen beschrieben. Die anhand von Fig. 4 gezeigten Beispiele können eines oder mehrere optionale, zusätzliche Merkmale aufweisen, die zu einem oder mehreren Aspekten korrespondieren, die in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Konzept oder ein oder mehreren Beispielen weiter oben oder weiter unten beschrieben sind (zum Beispiel in Verbindung mit Fig. 1-3 oder Fig. 5-6).

Fig. 5 zeigt ein schematisch dargestelltes Beispiel eines Hochfrequenzgeräts 50 mit Vorrichtung zur Simulation eines Zielobjekts. Dabei ist der Hochfrequenzpfad, in dem die Vorrichtung, z.B. Vorrichtung 40, eingebettet ist, dargestellt.

20

- Das Hochfrequenzgerät 50 weist beispielsweise eine Empfangsantenne 52 und eine Sendeantenne 53 auf, über die z.B. ein Radarsignal eines Radargeräts empfangen und verarbeitet zurückgesendet werden können (die Antennen sind jedoch beispielsweise für die Konvertierung von Passband zum Basisband nicht erforderlich). Alternativ können etwa für andere Anwendungsfälle die Antennen je durch einen anderen Sensortyp ersetzt werden. Im Signalpfad hinter der Empfangsantenne 52 ist ein Bandpassfilter 54 angeordnet und im Signalpfad vor der Sendeantenne 53 ist ein Verstärker (z.B. HF-Verstärker) 55 angeordnet.

30

Bei Betrachtung des Ziels oder Zielobjekts im Passband auf der eigentlichen Trägerfrequenz f_T und Sampling im Basisband (wie z.B. bei Superheterodyn-Empfängern) muss ein zusätzlicher Frequenzshift $f_d = \frac{-2v}{c} f_T$ durch einen Mischvorgang um f_T z.B. durch Verstimmung von Mischoszillatoren im Empfangs- oder Sendezweig und/oder durch digitale Verarbeitung (z.B. mittels des DSP 42) erzeugt werden. Die Definition der Trägerfrequenz f_T liegt dabei im Basisband z.B. bei 0 Hz, nicht unbedingt auf der Mittenfrequenz des Signals.

- Zur Kompensierung der Frequenzverschiebung aufgrund der Trägerfrequenz f_T ist ein erster Mischer 56 im Empfangszweig angeordnet, der zum Mischen des Eingangssignals mit einer ersten Frequenz, die von einem ersten Oszillator 56' vorgegeben ist, ausgebildet ist. Ein
- 5 zweiter Mischer 57 ist im Sendezweig angeordnet und zum Mischen des verarbeiteten, zu sendenden Signals (Ausgangssignals) mit einer zweiten Frequenz, die von einem zweiten Oszillator 57' vorgegeben ist, ausgebildet. Die erste und/oder zweite Frequenz kann in Abhängigkeit von der Trägerfrequenz verstimmt werden.
- 10 Weitere Details und Aspekte sind in Verbindung mit weiter oben oder weiter unten ausgeführten Beispielen beschrieben. Die anhand von Fig. 5 gezeigten Beispiele können eines oder mehrere optionale, zusätzliche Merkmale aufweisen, die zu einem oder mehreren Aspekten korrespondieren, die in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Konzept oder ein oder mehreren Beispielen weiter oben oder weiter unten beschrieben sind (zum Beispiel in Verbindung mit Fig. 1-4 oder Fig. 6).
- 15

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 60 zur Ortung oder Detektion eines Objekts unter Berücksichtigung einer Relativbewegung des Objekts. Beispielsweise stellt die Vorrichtung 60 einen Empfang (z.B. des Signals) zur kohärenten Vorverarbeitung

20 für Echtzeit-Detektion und Integration bereit. Eine Einstellung des Abtastratenverhältnisses kann z.B. über Einweisung und/oder zuvor ermittelte und gespeicherte Werte erfolgen.

Ein Signal, z.B. ein von einem Radarobjekt rückgestreutes Echosignal, kann an einer Empfangsantenne 62 der Vorrichtung 60 empfangen, durch ein Filter 64 gefiltert und mittels

25 eines Mischers 66 gemischt werden. Der Mischer 66 kann das Signal mit einer von einem Oszillator 66' vorgegebenen Frequenz mischen. Das gemischte Signal kann an dem Eingang der ersten Signalverarbeitungseinheit 14, die durch einen A/D-Umsetzer ausgebildet ist, der Vorrichtung 60 empfangen werden. Die zweite Signalverarbeitungseinheit 16 ist in der Vorrichtung 60 als digitaler Signalprozessor DSP 16 ausgebildet. Am gezeigten Beispiel weichen also die Taktfrequenzen des A/D-Umsetzers 14 und des DSP 16 voneinander ab. Das

30 Verhältnis kann abhängig von einer Relativbewegung des Radarobjekts bestimmt sein.

Das Konzept der Einstellung des Abtastratenverhältnis lässt sich mit anderen Worten, wie in Fig. 6 gezeigt, z.B. im Empfangszweig eines Radargeräts (oder beispielsweise auch bei der

Aussendung im Sender) für eine angepasste Zielverarbeitung im Empfänger anwenden. Dabei wird mit einem A/D-Umsetzer zum Sampling für die Analog-Digital-Wandlung gearbeitet. Die Verarbeitung erfolgt z.B. mit einer nominellen Samplingrate f_s von LO2 (z.B. zweite Taktfrequenz), welche um einen Faktor $s(t)$ zu der tatsächlichen Samplingrate von LO1 = $f_s \cdot s(t)$ (z.B. erste Taktfrequenz) des A/D-Umsetzers abweicht. Alternativ kann das anhand von Fig. 6 gezeigte Beispiel z.B. umgekehrt für die Signalverarbeitung von relativ bewegten Funk-/Radarsignalen genutzt werden, z.B. im Aufbau für je einen bewegten (Mehr)weg. Beispielsweise können zur Simulation eine endliche Zahl an relativ bewegten Mehrwegen generiert werden.

10

Weitere Details und Aspekte sind in Verbindung mit weiter oben oder weiter unten ausgeführten Beispielen beschrieben. Die anhand von Fig. 6 gezeigten Beispiele können eines oder mehrere optionale, zusätzliche Merkmale aufweisen, die zu einem oder mehreren Aspekten korrespondieren, die in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Konzept oder ein oder mehreren Beispielen weiter oben oder weiter unten beschrieben sind (zum Beispiel in Verbindung mit Fig. 1-5).

15

Beispiele der vorliegenden Offenbarung befassen sich mit bewegter Zielsimulation, z.B. von Radarobjekten. Vorgestellte Konzepte ermöglichen die echtzeitfähige, breitbandige Bewegungssimulation über hardwareunterstützte Abtastratenkonvertierung und/oder die Möglichkeit zur zielangepassten relativen Range-Walk Kompensation über eine Analog-Digital-Wandlung.

20

Zur Kompensation eines realen sich bewegenden Ziels können verschiedene Konzepte bereitgestellt werden. Dies sind zum Beispiel die softwareseitige Interpolation oder Transformation des Signals, um beispielsweise eine ähnliche Signalaufbereitung (z.B. Abtastratenkonvertierung) zu erzeugen. Es ist ferner eine umgekehrte Verwendung des vorgestellten Konzepts zur Wellenformerzeugung in der digitalen Domäne zwischen einem D/A-Umsetzer und A/D-Umsetzer möglich, die z.B. zur Simulation in der digitalen Domäne verwendet wird. Außerdem sind Konzepte für die Simulation von bewegten Objekten möglich, die weitere Methoden zur Konvertierung der Abtastrate umfassen, z.B. mit sehr kleinen Skalierungsfaktoren um 1 ± 10^{-6} bis 1 ± 10^{-8} , welche z.B. durch sehr lange FIR (finite impulse response) Filter realisierbar sein können. Alternativ ist sowohl für die Simulation als auch für die Ortung eine Vorberechnung und reines Synthetisieren des Signals denkbar, der

25

30

z.B. für ein im Voraus exakt bekanntes Radarsignal und Bewegung in Echtzeit einsetzbar sein kann. Des Weiteren ist es möglich, dass z.B. für einige Radarverarbeitungen die Bewegungssimulation über einen großen Zeitraum durch eine langsame Veränderung der Verschiebung $\tau_i(t)$ für eine Entfernungsänderung von $R(t)$ und der Frequenzverschiebung $\omega_i(t)$ für eine Beschleunigung ausreichend ist. Dieser Fall trifft oder bewirkt etwa näherungsweise und für ein schmalbandiges Signal den durch ein reales Ziel ausgelösten Effekt.

Die Aspekte und Merkmale, die zusammen mit einem oder mehreren der vorher detaillierten Beispiele und Figuren beschrieben sind, können auch mit einem oder mehreren der anderen Beispiele kombiniert werden, um ein gleiches Merkmal des anderen Beispiels zu ersetzen oder um das Merkmal in das andere Beispiel zusätzlich einzuführen.

Beispiele können weiterhin ein Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen eines oder mehrerer der obigen Verfahren sein oder sich darauf beziehen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer oder Prozessor ausgeführt wird. Schritte, Operationen oder Prozesse von verschiedenen, oben beschriebenen Verfahren können durch programmierte Computer oder Prozessoren ausgeführt werden. Beispiele können auch Programmspeichervorrichtungen, z. B. Digitaldatenspeichermedien, abdecken, die maschinen-, prozessor- oder computerlesbar sind und maschinenausführbare, prozessorausführbare oder computerausführbare Programme von Anweisungen codieren. Die Anweisungen führen einige oder alle der Schritte der oben beschriebenen Verfahren aus oder verursachen deren Ausführung. Die Programmspeichervorrichtungen können z. B. Digitalspeicher, magnetische Speichermedien wie beispielsweise Magnetplatten und Magnetbänder, Festplattenlaufwerke oder optisch lesbare Digitaldatenspeichermedien umfassen oder sein. Weitere Beispiele können auch Computer, Prozessoren oder Steuereinheiten, die zum Ausführen der Schritte der oben beschriebenen Verfahren programmiert sind, oder (feld-)programmierbare Logik-Arrays ((F)PLAs = (Field) Programmable Logic Arrays) oder (feld-)programmierbare Gate-Arrays ((F)PGA = (Field) Programmable Gate Arrays), die zum Ausführen der Schritte der oben beschriebenen Verfahren programmiert sind, abdecken.

30

Durch die Beschreibung und Zeichnungen werden nur die Grundsätze der Offenbarung dargestellt. Weiterhin sollen alle hier aufgeführten Beispiele grundsätzlich ausdrücklich nur illustrativen Zwecken dienen, um den Leser beim Verständnis der Grundsätze der Offenbarung und der durch den (die) Erfinder beigetragenen Konzepte zur Weiterentwicklung der

Technik zu unterstützen. Alle hiesigen Aussagen über Grundsätze, Aspekte und Beispiele der Offenbarung sowie konkrete Beispiele derselben umfassen deren Entsprechungen.

- Ein als „Mittel zum...“ Ausführen einer bestimmten Funktion bezeichneter Funktionsblock
5 kann sich auf eine Schaltung beziehen, die ausgebildet ist zum Ausführen einer bestimmten Funktion. Somit kann ein „Mittel für etwas“ als ein „Mittel ausgebildet für oder geeignet für etwas“ implementiert sein, z. B. ein Bauelement oder eine Schaltung ausgebildet für oder geeignet für die jeweilige Aufgabe.
- 10 Funktionen verschiedener in den Figuren gezeigter Elemente einschließlich jeder als „Mittel“, „Mittel zum Bereitstellen eines Signals“, „Mittel zum Erzeugen eines Signals“, etc. bezeichneter Funktionsblöcke kann in Form dedizierter Hardware, z. B. „eines Signalanbieters“, „einer Signalverarbeitungseinheit“, „eines Prozessors“, „einer Steuerung“ etc. sowie als Hardware fähig zum Ausführen von Software in Verbindung mit zugehöriger Software
15 implementiert sein. Bei Bereitstellung durch einen Prozessor können die Funktionen durch einen einzelnen dedizierten Prozessor, durch einen einzelnen gemeinschaftlich verwendeten Prozessor oder durch eine Mehrzahl von individuellen Prozessoren bereitgestellt sein, von denen einige oder von denen alle gemeinschaftlich verwendet werden können. Allerdings ist der Begriff „Prozessor“ oder „Steuerung“ bei Weitem nicht auf ausschließlich zur Ausführung
20 von Software fähige Hardware begrenzt, sondern kann Digitalsignalprozessor-Hardware (DSP-Hardware; DSP = Digital Signal Processor), Netzprozessor, anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC = Application Specific Integrated Circuit), feldprogrammierbare Logikanordnung (FPGA = Field Programmable Gate Array), Nurlesespeicher (ROM = Read Only Memory) zum Speichern von Software, Direktzugriffsspeicher (RAM =
25 Random Access Memory) und nichtflüchtige Speichervorrichtung (storage) umfassen. Sonstige Hardware, herkömmliche und/oder kundenspezifische, kann auch eingeschlossen sein.

- Ein Blockdiagramm kann zum Beispiel ein grobes Schaltdiagramm darstellen, das die Grundsätze der Offenbarung implementiert. Auf ähnliche Weise können ein Flussdiagramm,
30 ein Ablaufdiagramm, ein Zustandsübergangsdiagramm, ein Pseudocode und dergleichen verschiedene Prozesse, Operationen oder Schritte repräsentieren, die zum Beispiel im Wesentlichen in computerlesbarem Medium dargestellt und so durch einen Computer oder Prozessor ausgeführt werden, ungeachtet dessen, ob ein solcher Computer oder Prozessor explizit gezeigt ist. In der Beschreibung oder in den Patentansprüchen offenbarte Verfahren

können durch ein Bauelement implementiert werden, das ein Mittel zum Ausführen eines jeden der jeweiligen Schritte dieser Verfahren aufweist.

5 Es versteht sich, dass die Offenbarung mehrerer, in der Beschreibung oder den Ansprüchen offener Schritte, Prozesse, Operationen oder Funktionen nicht als in der bestimmten Reihenfolge befindlich ausgelegt werden soll, sofern dies nicht explizit oder implizit anderweitig, z. B. aus technischen Gründen, angegeben ist. Daher werden diese durch die Offenbarung von mehreren Schritten oder Funktionen nicht auf eine bestimmte Reihenfolge begrenzt, es sei denn, dass diese Schritte oder Funktionen aus technischen Gründen nicht austauschbar sind. Ferner kann bei einigen Beispielen ein einzelner Schritt, Funktion, Prozess oder Operation mehrere Teilschritte, -funktionen, -prozesse oder -operationen einschließen und/oder in dieselben aufgebrochen werden. Solche Teilschritte können eingeschlossen sein und Teil der Offenbarung dieses Einzelschritts sein, sofern sie nicht explizit ausgeschlossen sind.

15

Weiterhin sind die folgenden Ansprüche hiermit in die detaillierte Beschreibung aufgenommen, wo jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann. Während jeder Anspruch als getrenntes Beispiel für sich stehen kann, ist zu beachten, dass – obwohl ein abhängiger Anspruch sich in den Ansprüchen auf eine bestimmte Kombination mit einem oder mehreren anderen Ansprüchen beziehen kann – andere Beispiele auch eine Kombination des abhängigen Anspruchs mit dem Gegenstand jedes anderen abhängigen oder unabhängigen Anspruchs umfassen können. Solche Kombinationen werden hier explizit vorgeschlagen, sofern nicht angegeben ist, dass eine bestimmte Kombination nicht beabsichtigt ist. Ferner sollen auch Merkmale eines Anspruchs für jeden anderen unabhängigen Anspruch eingeschlossen sein, selbst wenn dieser Anspruch nicht direkt abhängig von dem unabhängigen Anspruch gemacht ist.

20
25

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum Verarbeiten eines Signals (12) eines Ortungssystems, die Vorrichtung (10) umfassend einen Abtastratenwandler, wobei der Abtastratenwandler aufweist:
- 5 eine erste Signalverarbeitungseinheit (14) zum Empfangen des Signals (12), wobei der ersten Signalverarbeitungseinheit (14) ein erster Taktgeber (15) zugeordnet ist; und eine zweite Signalverarbeitungseinheit (16), die an einen Signalausgang der ersten Signalverarbeitungseinheit (14) gekoppelt ist, wobei der zweiten Signalverarbeitungseinheit (16) ein zweiter Taktgeber (17) zugeordnet ist,
- 10 wobei der erste Taktgeber (15) ausgebildet ist, eine erste Taktfrequenz zu erzeugen und der zweite Taktgeber (17) ausgebildet ist, eine von der ersten Taktfrequenz abweichende zweite Taktfrequenz zu erzeugen; und wobei ein Verhältnis zwischen erster und zweiter Taktfrequenz auf der Bewegung eines Objekts basiert.
- 15 2. Die Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (10) zum Simulieren eines von dem Ortungssystem detektierbaren Objekts ausgebildet ist.
- 20 3. Die Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 1, wobei die Vorrichtung (10) zum Orten eines sich relativ zur Vorrichtung (10) bewegenden Objekts ausgebildet ist, und um das Verhältnis zwischen erster und zweiter Taktfrequenz basierend auf der Bewegung des Objekts einzustellen.
- 25 4. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zweite Taktfrequenz um weniger als einen Faktor von 10^{-4} der ersten Taktfrequenz von der ersten Taktfrequenz abweicht.
- 30 5. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Taktgeber (15) und der zweite Taktgeber (17) Oszillatoren sind, die jeweils mit einer gemeinsamen Referenzsignalquelle gekoppelt sind.

6. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die erste Signalverarbeitungseinheit (14) einen Analog-Digital-Umsetzer
und/oder die zweite Signalverarbeitungseinheit (16) einen Digital-Analog-Umsetzer um-
fasst.
- 5
7. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die zweite Signalverarbeitungseinheit (16) einen digitalen Signalprozessor
umfasst.
- 10
8. Die Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 7 in Rückbezug auf einen der Ansprüche 2
oder 4 bis 6,
wobei der digitale Signalprozessor zum Modifizieren des Signals (12) ausgebildet
ist, um zusätzlich zur simulierten Bewegung weitere Merkmale zum Objekt zu simulie-
ren.
- 15
9. Die Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 7 in Rückbezug auf einen der Ansprüche 3
bis 6,
wobei der digitale Signalprozessor ausgebildet ist, eine Entfernung zu dem Objekt
mittels kohärenter Integration über eine vordefinierte Zeitdauer zu bestimmen.
- 20
10. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfas-
send:
eine Empfangseinheit (52, 54) zum Empfangen des Signals (12) durch die Vorrich-
tung (10) und eine Sendeeinheit (53, 55) zum Senden des mittels des Abtastratenwand-
lers verarbeiteten Signals; und
25 jeweils einen Mischer (56, 57) zwischen Empfangseinheit (52, 54) und Abtastraten-
wandler sowie zwischen Sendeeinheit (53, 55) und Abtastratenwandler,
wobei die Vorrichtung (10) ausgebildet ist, eine aufgrund einer verwendeten Träger-
frequenz des Signals (12) auftretende Frequenzverschiebung unter Verwendung der bei-
den Mischer (56, 57) zu kompensieren.
- 30
11. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 3 bis 10, ferner umfassend:
eine Einrichtung, die zum Bestimmen einer Bewegung des Objekts ausgebildet ist.

12. Die Vorrichtung (10) gemäß Anspruch 11,
wobei die Einrichtung zum Bestimmen der Bewegung des Objekts eine Dauerstrichortungsvorrichtung umfasst.
- 5 13. Die Vorrichtung (10) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das Signal (12) ein Radarsignal ist und die Vorrichtung (10) zum Empfangen und Verarbeiten des Radarsignals ausgebildet ist.
- 10 14. Verfahren (20) zum Simulieren eines mittels eines Ortungssystems zu detektierenden Objekts, das Verfahren (20) umfassend:
Empfangen (21) eines Signals (12) des Ortungssystems;
Verarbeiten (22) des Signals (12) unter Verwendung einer Abtastratenkonvertierung;
Einstellen (23) eines Abtastratenverhältnisses der Abtastratenkonvertierung basierend auf einer zu simulierenden Bewegung des simulierten Objekts; und
15 Ausgeben (24) des verarbeiteten Signals (12').
- 15 15. Das Verfahren (20) gemäß Anspruch 14, ferner umfassend:
Simulieren eines Bewegungsablaufes des Objekts mittels einer zeitlichen Änderung des Abtastratenverhältnisses.
- 20 16. Das Verfahren (20) gemäß Anspruch 14 oder 15, ferner umfassend:
Kompensieren einer beim Verarbeiten des Signals (12) aufgrund einer verwendeten Trägerfrequenz des Signals (12) auftretenden Frequenzverschiebung.
- 25 17. Verfahren (30) zum Orten eines Zielobjekts,
Empfangen (31) eines Signals (12) eines Ortungssystems,
Verarbeiten (32) des Signals (12) mittels Abtastratenkonvertierung, um ein verarbeitetes Signal zu erzeugen, wobei für die Abtastratenkonvertierung ein Abtastratenverhältnis verwendet wird, das auf einer Bewegung des Zielobjekts basiert; und
30 Orten (33) des Zielobjekts unter Verwendung des verarbeiteten Signals (12').
18. Das Verfahren (30) gemäß Anspruch 17, ferner umfassend:
Bestimmen der Bewegung des Zielobjekts basierend auf zuvor bestimmten Positionen des Zielobjekts und deren zeitlicher Änderung.

19. Das Verfahren (30) gemäß Anspruch 17 oder 18, ferner umfassend:
Bestimmen der Bewegung des Zielobjekts unter Verwendung eines Bewegungs-
sensors.
- 5
20. Das Verfahren (30) gemäß einem der Ansprüche 17 bis 19, ferner umfassend:
Bestimmen einer Entfernung zum Zielobjekt mittels kohärenter Integration des ver-
arbeiteten Signals (12).
- 10
21. Das Verfahren (30) gemäß einem der Ansprüche 17 bis 20, ferner umfassend:
regelmäßiges Orten des Zielobjekts, um eine Trackingfunktion zum Erfassen einer
Bewegungsbahn des Zielobjekts bereitzustellen.
22. Das Verfahren (20, 30) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21,
15 wobei für die Abtastratenkonvertierung ein Abtastratenverhältnis aus einem Wer-
tebereich von 1 ± 10^{-4} verwendet wird.
23. Das Verfahren (20, 30) gemäß einem der Ansprüche 14 bis 21,
20 wobei als Signal (12) ein Radarsignal, ein Lidarsignal oder ein Sonarsignal verwen-
det wird.

1/4

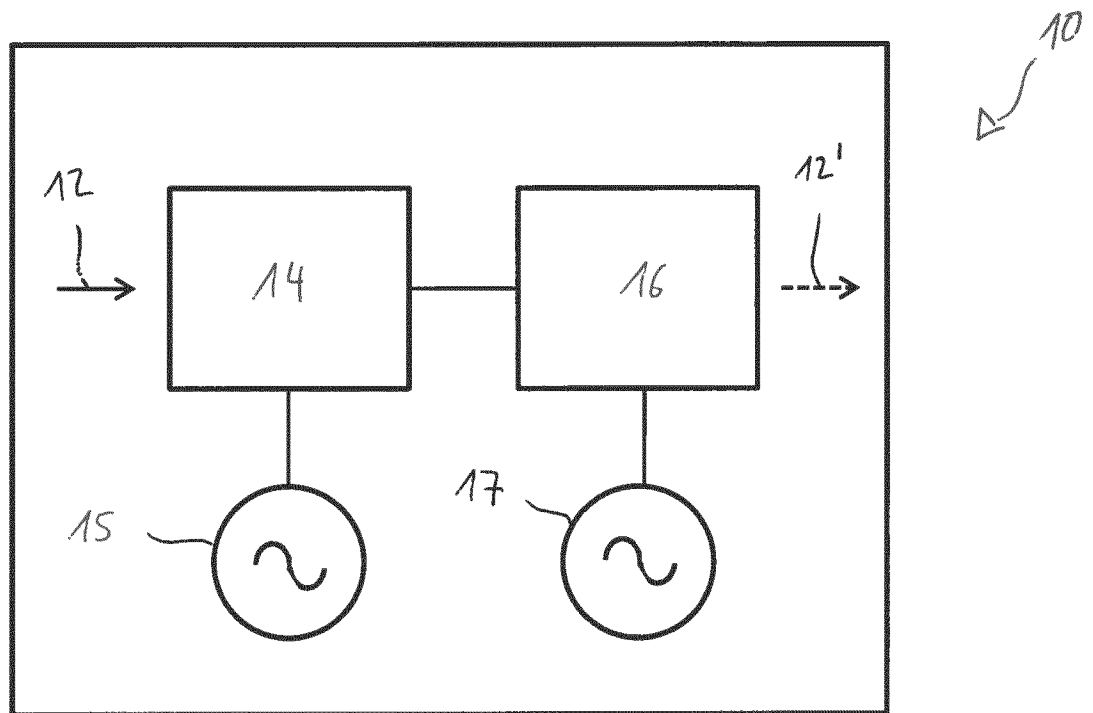


Fig. 1

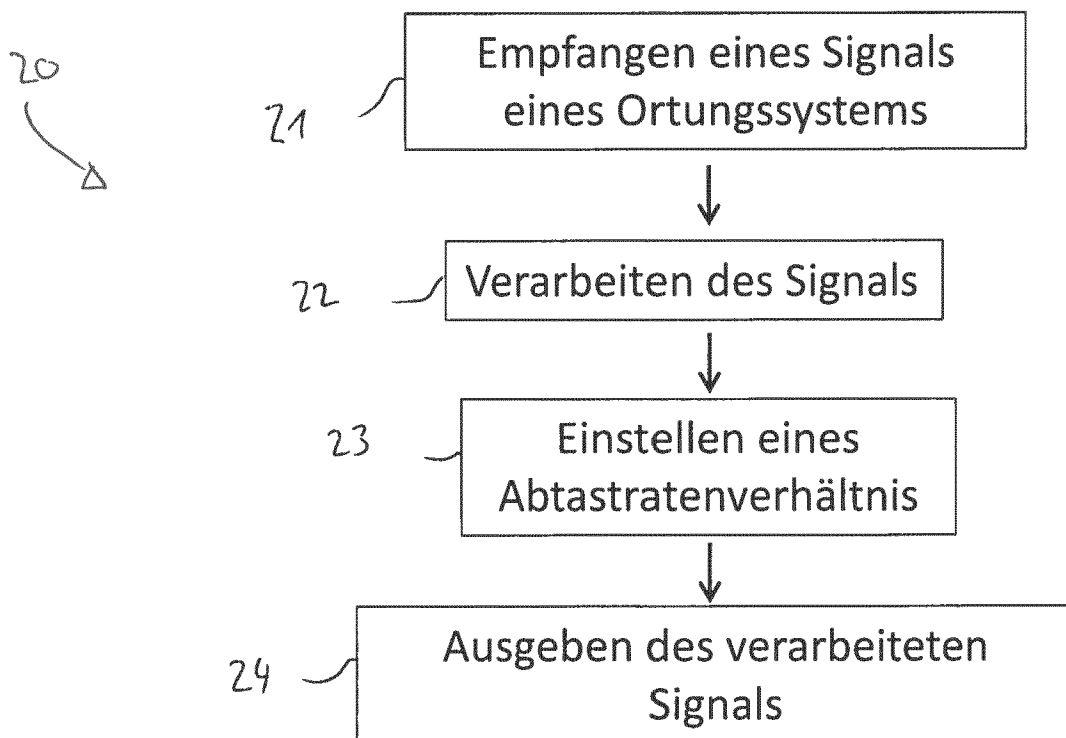


Fig. 2

2/4

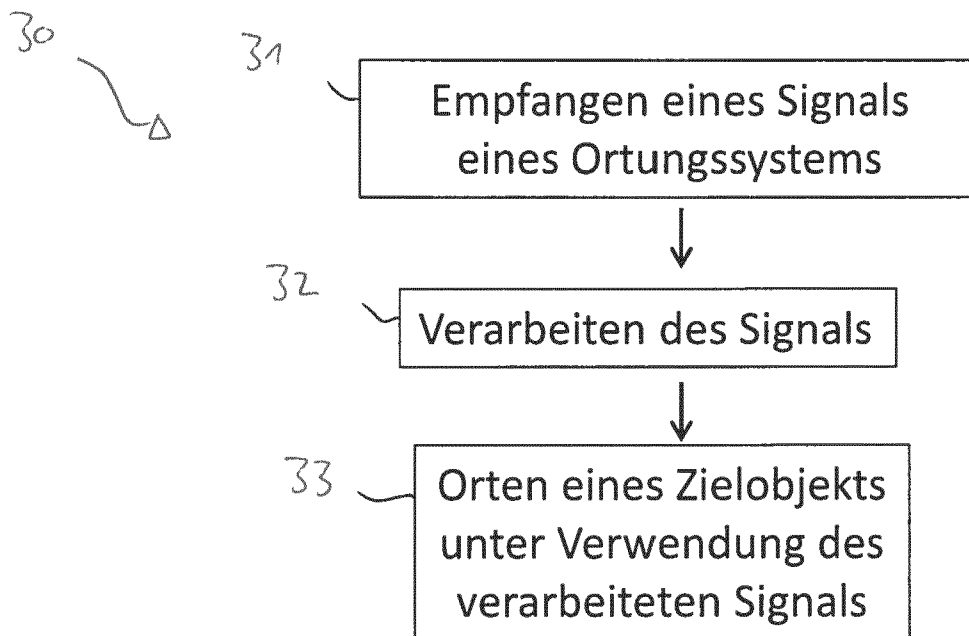


Fig. 3

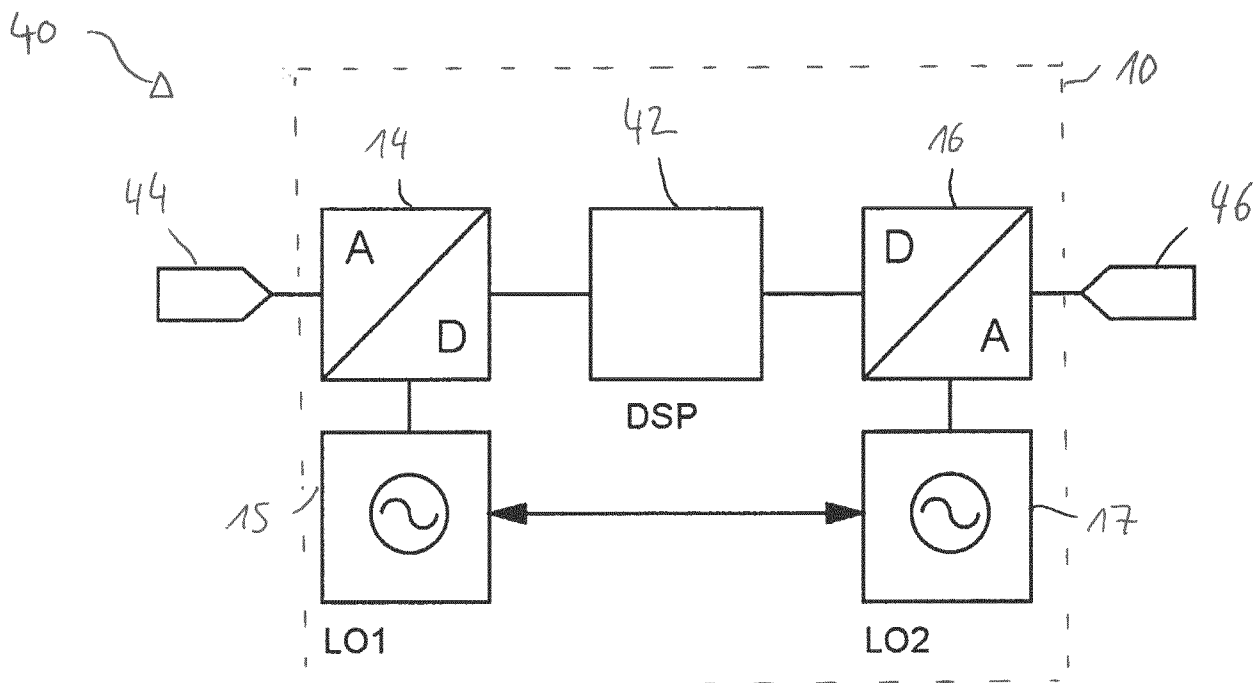


Fig. 4

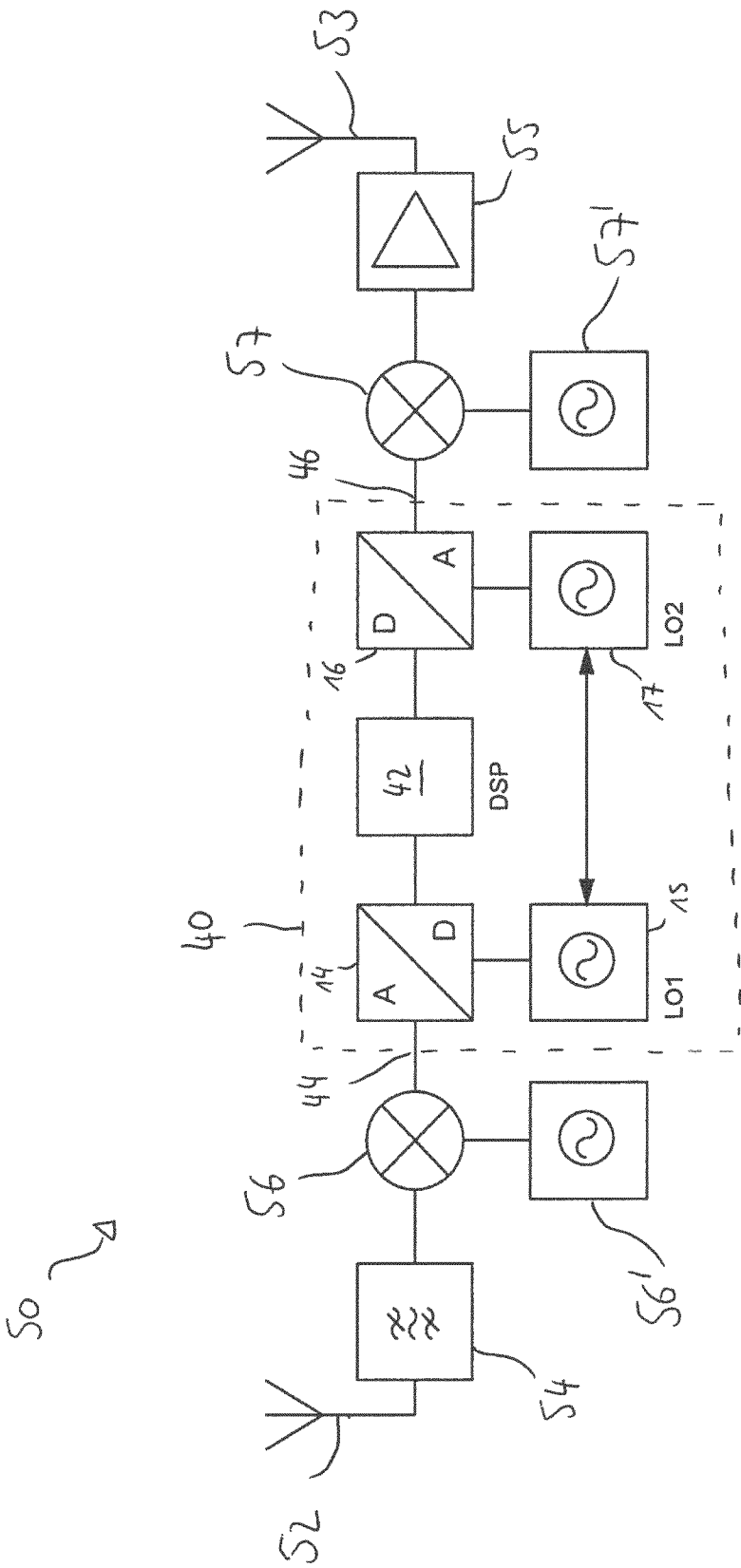


Fig. 5

4/4

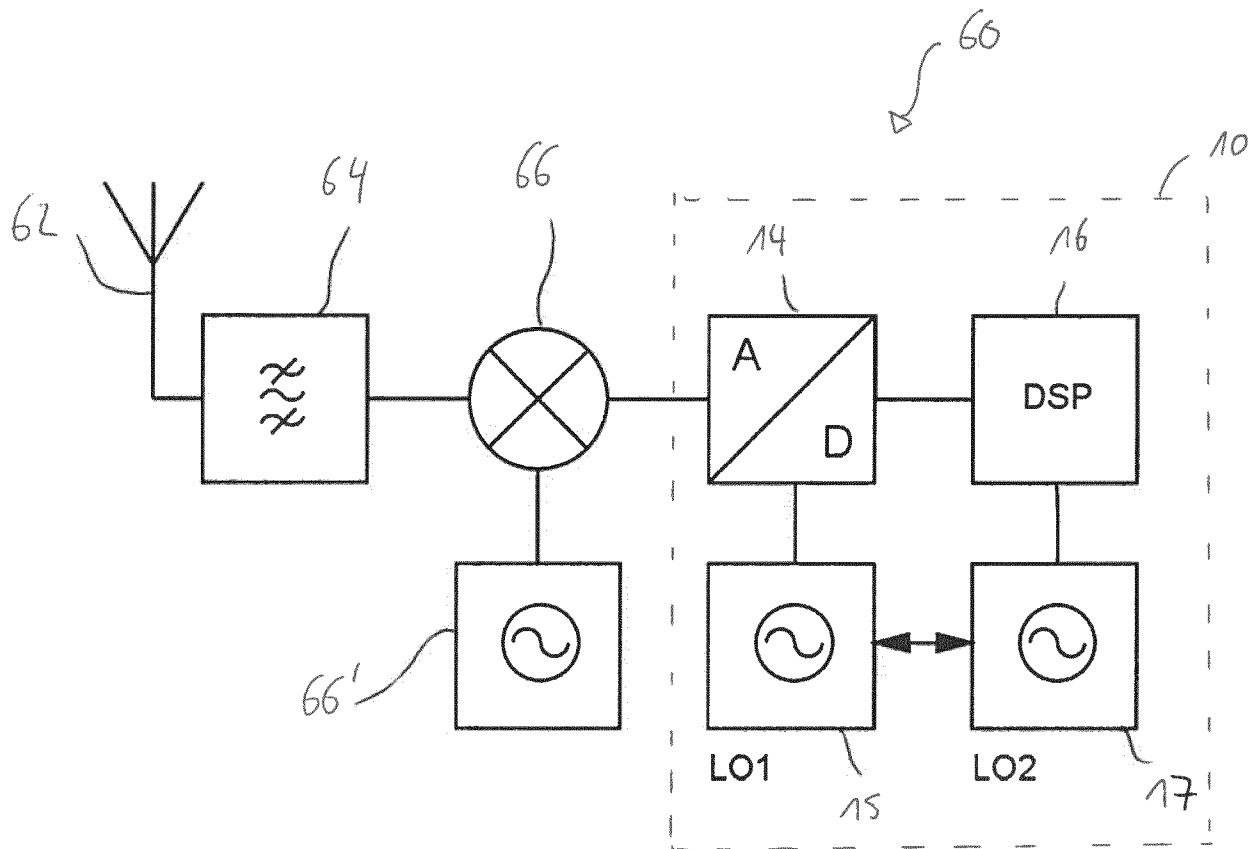


Fig. 6