

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2018-166248
(P2018-166248A)

(43) 公開日 平成30年10月25日(2018. 10. 25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03M 7/30 (2006.01)	H03M 7/30	5 J O 6 4
B63B 49/00 (2006.01)	B63B 49/00	B
B63C 11/00 (2006.01)	B63C 11/00	A
	B63C 11/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2017-62466 (P2017-62466)	(71) 出願人 501204525
(22) 出願日 平成29年3月28日 (2017. 3. 28)	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
特許法第30条第2項適用申請有り (1) 発行日 平成28年10月6日 (2) 発行者 IEEE/Techno-Ocean2016実行委員会 (3) 刊行物名 Techno-Ocean 2016神戸 予稿集	東京都三鷹市新川6丁目38番1号
	(74) 代理人 110001210
	特許業務法人YKI国際特許事務所
	(72) 発明者 瀬田 剛広
	東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内
	Fターム(参考) 5J064 AA01 BA00 BD02

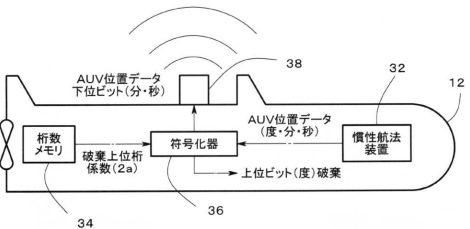
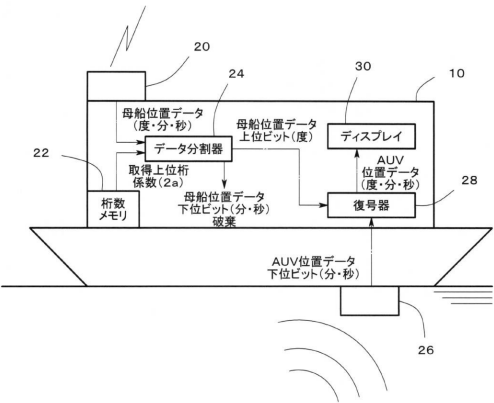
(54) 【発明の名称】 地理的位置データの圧縮通信方法、地理的位置データの圧縮通信システム、移動体、受信機

(57) 【要約】

【課題】 受信ミスが発生しても、その後の地理的位置データの正確な復号を可能にする。

【解決手段】 複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を、予め、送信側の移動体である潜水機12、船舶72Aと、受信側の母船10、船舶72B、管制センターの機器とで破棄上位桁として取り決めておく。潜水機12、船舶72Aで取得した地理的位置データの取得上位桁を破棄上位桁に基づいて破棄し、取得した取得下位桁のみを受信側に送信する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を予め送信側の移動体と受信側の機器で破棄上位桁として取り決めておき、前記移動体で取得した前記地理的位置データの取得上位桁を前記破棄上位桁に基づいて破棄し、取得した取得下位桁のみを送信する通信を行うことを特徴とする地理的位置データの圧縮通信方法。

【請求項 2】

前記受信側の前記機器で受信した前記取得下位桁を前記破棄上位桁に基づいて、前記移動体で取得した前記地理的位置データとして復元することを特徴とする請求項 1 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法。

10

【請求項 3】

前記破棄上位桁は、前記移動体の移動範囲又は移動速度に基づいて定めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法。

【請求項 4】

前記破棄上位桁は、前記移動体と前記機器の通信可能距離に基づいて定めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法。

【請求項 5】

前記破棄上位桁は、前記送信側の前記移動体と前記受信側の前記機器の存在する地理的存在位置の事前に合意された計画に基づいて定めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法。

20

【請求項 6】

前記破棄上位桁は、前記移動体と前記機器の存在する地理的存在位置の上位桁データの情報を得られる他のシステムの情報に基づいて定めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のうちの 1 項に記載の地理的位置データの圧縮通信方法を利用した地理的位置データの圧縮通信システムであって、前記送信側の移動体として水中を航走する水中航走体を、また前記受信側の前記機器として通信手段を備えた母船を用い、音響通信を利用して前記通信を行うことを特徴とする地理的位置データの圧縮通信システム。

【請求項 8】

前記水中航走体に、前記破棄上位桁を記憶する航走体側メモリと、前記水中航走体で取得した前記地理的位置データの前記取得上位桁を前記航走体側メモリに記憶した前記破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段とを備えたことを特徴とする請求項 7 に記載の地理的位置データの圧縮通信システム。

30

【請求項 9】

前記水中航走体に、前記地理的位置データを取得する慣性航法装置を備えたことを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の地理的位置データの圧縮通信システム。

【請求項 10】

前記母船に、前記破棄上位桁を記憶する母船側メモリの前記破棄上位桁と、前記音響通信により得られた前記水中航走体で取得した前記地理的位置データの下位桁とを処理して前記地理的位置データを得るデータ処理手段を備えたことを特徴とする請求項 7 から請求項 9 のうちの 1 項に記載の地理的位置データの圧縮通信システム。

40

【請求項 11】

前記母船に自船の前記地理的位置データを導出するための GPS 受信装置を備えたことを特徴とする請求項 7 から請求項 10 のうちの 1 項に記載の地理的位置データの圧縮通信システム。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 6 のうちの 1 項に記載の地理的位置データの圧縮通信方法を利用した地理的位置データの圧縮通信システムであって、前記送信側の移動体として海上を航行する第 1 船舶を、また前記受信側の前記機器として第 2 船舶又は管制センターを用い、自

50

動船舶識別装置信号を利用して前記通信を行うことを特徴とする地理的位置データの圧縮通信システム。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の地理的位置データの圧縮通信方法を利用した地理的位置データの圧縮通信システムであって、前記第 1 船舶と前記第 2 船舶は、前記送信側と前記受信側を交代できるものとする地理的位置データの圧縮通信システム。

【請求項 14】

水上または水中を移動する移動体であって、

自身の地理的位置データを取得する位置取得手段と、予め受信側の機器と取り決めた、複数桁で表現される前記地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、取得した前記地理的位置データの上位桁を前記メモリに記憶された前記破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段と、上位桁破棄後の前記地理的位置データを送信する送信器とを備えたことを特徴とする移動体。

【請求項 15】

水上または水中を移動する移動体から地理的位置データを受信する受信機であって、

予め前記移動体と取り決めた、複数桁で表現される前記地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、前記移動体から受信した、前記破棄上位桁に基づいて上位桁が破棄された前記地理的位置データを、前記メモリに記憶された前記破棄上位桁に基づいて復元する復元器とを備えたことを特徴とする受信機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水上や水中を移動する移動体の地理的位置データの圧縮通信方法、そのシステム、移動体、及び受信機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、AUV（自律型無人潜水機、Autonomous Underwater Vehicle）では、潜水機から洋上の母船に地理的位置データとして自身の経度、緯度が送信される。

【0003】

また、AIS（船舶自動識別装置、Automatic Identification System）では、船舶間で航行情報が交換される。例えば利用者 ID（MMSI 番号）や、地理的位置データとして自船の経度、緯度等を含む通信文が船舶間で送受信される。

【0004】

これらのような地理的位置データの通信に際して、データを圧縮させて通信負荷を軽減する手法が知られている。この圧縮手法として、前回値を利用する差分法と、事前に合意した原点に対する相対位置を通信する独自原点法が挙げられる。

【0005】

例えば特許文献 1 では、複数回に亘って地理的位置データを送受信する際に、2 点目以降は直前の地理的情報と異なる値が発生する桁以下の部分のみを送信している。特許文献 2、3 では、直前の経度、緯度情報からの差分値を送信している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2009-171221 号公報

【特許文献 2】特開 2007-104543 号公報

【特許文献 3】特開 2010-245913 号公報

【非特許文献】

10

20

30

40

50

【0007】

【非特許文献1】 溯、他4名、「船舶の大きさによる許容船間距離の差異」、一般社団法人 日本人間工学会、日本人間工学会大会講演集、2010年、第46巻、p. 144-145

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

ところで、前回値との差分に基づいたデータ圧縮手法では、受信ミス等により前回値を取得し損ねた場合に復号化が困難となる。例えば送信側が10°、13°、15°の3つのデータを順に送信する場合、13°、15°については前回値との差分である3°、2°として送信される。仮に受信側が2回目(13°、差分値3°)のデータ受信に失敗した場合、3回目(15°、差分値2°)のデータ受信時に、受信側では、一回目(10°)に基づいて位置データを12°に復号してしまう。

10

【0009】

また独自原点方式では、独自原点に近いときには相対位置の桁数は小さくて済むが、独自原点から遠ざかるに連れて相対位置の桁数は増加し、圧縮率は低くなる。そこで独自原点を更新することが考えられるが、更新に当たり送信側と受信側との取り決めが必要となる。さらに独自原点の更新の際に受信ミスが生じるおそれもある。

【0010】

そこで本発明は、受信ミスが発生しても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能な、地理的位置データの圧縮通信方法、地理的位置データの圧縮通信システム、移動体、及び受信機を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1に対応する地理的位置データの圧縮通信方法では、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を予め送信側の移動体と受信側の機器で破棄上位桁として取り決めておき、移動体で取得した地理的位置データの取得上位桁を破棄上位桁に基づいて破棄し、取得した取得下位桁のみを送信する通信を行う。これにより、受信ミスが発生しても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0012】

30

また、受信側の機器で受信した取得下位桁を破棄上位桁に基づいて、移動体で取得した地理的位置データとして復元することが好ましい。

【0013】

また、破棄上位桁は、移動体の移動範囲又は移動速度に基づいて定めることが好ましい。

【0014】

また、破棄上位桁は、移動体と機器の通信可能距離に基づいて定めることが好ましい。

【0015】

また、破棄上位桁は、送信側の移動体と受信側の機器の存在する地理的存在位置の事前に合意された計画に基づいて定めることが好ましい。

40

【0016】

また、破棄上位桁は、移動体と機器の存在する地理的存在位置の上位桁データの情報を得られる他のシステムの情報に基づいて定めることが好ましい。

【0017】

また請求項7に対応する地理的位置データの圧縮通信システムでは、上記の地理的位置データの圧縮通信方法を利用する。当該システムでは、送信側の移動体として水中を航走する水中航走体を、また受信側の機器として通信手段を備えた母船を用い、音響通信を利用して通信を行う。これにより、水中航走体と母船間で受信ミスが発生しても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0018】

50

また、水中航走体に、破棄上位桁を記憶する航走体側メモリと、水中航走体で取得した地理的位置データの取得上位桁を航走体側メモリに記憶した破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段とを備えることが好ましい。

【0019】

また、水中航走体に、地理的位置データを取得する慣性航法装置を備えることが好ましい。

【0020】

また、母船に、破棄上位桁を記憶する母船側メモリの破棄上位桁と、音響通信により得られた水中航走体で取得した地理的位置データの下位桁とを処理して地理的位置データを得るデータ処理手段を備えることが好ましい。

【0021】

また、母船に自船の地理的位置データを導出するためのGPS受信装置を備えることが好ましい。

【0022】

また請求項12に対応する地理的位置データの圧縮通信システムは、上記の地理的位置データの圧縮通信方法を利用する。当該システムでは、送信側の移動体として海上を航行する第1船舶を、また受信側の機器として第2船舶又は管制センターを用い、自動船舶識別装置信号を利用して通信を行う。これにより、第1船舶と第2船舶または管制センターとの間で受信ミスが発生しても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。なお、自動船舶識別装置とは、現行のAIS (Automatic Identification System) をベースとして当該地理的位置データの圧縮通信システム等を含む次世代AIS又は類似のシステムを含む装置をいう。

【0023】

また、第1船舶と第2船舶は、送信側と受信側を交代できるものとすることが好ましい。

【0024】

また請求項14に対応する、水上または水中を移動する移動体は、自身の地理的位置データを取得する位置取得手段と、予め受信側の機器と取り決めた、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、取得した地理的位置データの上位桁をメモリに記憶された破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段と、上位桁破棄後の地理的位置データを送信する送信器とを備える。これにより、移動体と受信側との間で受信ミスが生じても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0025】

また請求項15に対応する、水上または水中を移動する移動体から地理的位置データを受信する受信機は、予め移動体と取り決めた、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、移動体から受信した、破棄上位桁に基づいて上位桁が破棄された地理的位置データを、メモリに記憶された破棄上位桁に基づいて復元する復元器とを備える。移動体と受信側との間で受信ミスが生じても、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【発明の効果】

【0026】

本発明の地理的位置データの圧縮通信方法によれば、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を予め送信側の移動体と受信側の機器で破棄上位桁として取り決めておき、移動体で取得した地理的位置データの取得上位桁を破棄上位桁に基づいて破棄し、取得した取得下位桁のみを送信する通信を行う。これにより、受信ミスの有無に関わらず、受信側と送信側で合意した破棄上位桁をもとに受信データを復号可能となり、地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0027】

また、受信側の機器で受信した取得下位桁を破棄上位桁に基づいて、移動体で取得した地理的位置データとして復元することで、地理的位置データの正確な復号が可能となる。

10

20

30

40

50

【0028】

また、破棄上位桁を、移動体の移動範囲又は移動速度に基づいて定める、例えば移動体と受信側とが同じ数値を持ち得るような桁数を破棄上位桁とすることで、正確な復号が可能となる。また、移動体と受信側のそれぞれの位置変化に応じて破棄上位桁の数値は自動的に更新されるので、例えば破棄上位桁の更新のために送信側と受信側とで特別な通信を行う必要が無い。

【0029】

また、破棄上位桁を、移動体と機器の通信可能距離に基づいて定める、例えば移動体と受信側とが同じ数値を持ち得るような桁数を破棄上位桁とすることで、正確な復号が可能となる。また、移動体と受信側のそれぞれの位置変化に応じて破棄上位桁の数値は自動的に更新されるので、例えば破棄上位桁の更新のために送信側と受信側とで特別な通信を行う必要が無い。

10

【0030】

また、破棄上位桁を、送信側の移動体と受信側の機器の存在する地理的存在位置の事前に合意された計画に基づいて定める、例えば計画値の上位桁数を破棄上位桁とすることで、正確な復号が可能となる。計画経路と実際の経路とで概ね一致すると考えられる、大域的な位置情報である地理的位置データの上位桁数を破棄上位桁とし、計画経路と実際の経路との微差を示す、地理的位置データの下位桁数のみを送受信することで、通信負荷が軽減される。

【0031】

また、破棄上位桁を、移動体と機器の存在する地理的存在位置の上位桁データの情報を得られる他のシステムの情報に基づいて定めることで、正確な復号が可能となる。

20

【0032】

また、地理的位置データの圧縮通信方法を利用した地理的位置データの圧縮通信システムであって、上記の送信側の移動体として水中を航走する水中航走体を、また受信側の機器として通信手段を備えた母船を用い、音響通信を利用して通信を行うことで、母船において地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0033】

また、水中航走体に、破棄上位桁を記憶する航走体側メモリと、水中航走体で取得した地理的位置データの取得上位桁を航走体側メモリに記憶した破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段とを備えることで、符号化（エンコード）が可能となる。

30

【0034】

また、水中航走体に、地理的位置データを取得する慣性航法装置を備えることで、水中航走体の位置を取得可能となる。

【0035】

また、母船に、破棄上位桁を記憶する母船側メモリの破棄上位桁と、音響通信により得られた水中航走体で取得した地理的位置データの下位桁とを処理して地理的位置データを得るデータ処理手段を備えることで、母船における復号（デコード）が可能となる。

【0036】

また、母船に自船の地理的位置データを導出するためのGPS受信装置を備えることで、母船の地理的位置データを取得可能となる。

40

【0037】

また上記の地理的位置データの圧縮通信方法を利用した地理的位置データの圧縮通信システムであって、送信側の移動体として海上を航行する第1船舶を、また受信側の機器として第2船舶又は管制センターを用い、自動船舶識別装置信号を利用して通信を行うことで、第2船舶または管制センターにおける地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0038】

また、第1船舶と第2船舶は、送信側と受信側を交代できるものとするので、船舶間の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0039】

50

また、水上または水中を移動する移動体は、自身の地理的位置データを取得する位置取得手段と、予め受信側の機器と取り決めた、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、取得した地理的位置データの上位桁をメモリに記憶された破棄上位桁に基づいて破棄するデータ分割手段と、上位桁破棄後の地理的位置データを送信する送信器とを備える。これにより、移動体と受信側との間で受信ミスが生じても、受信側において、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

【0040】

また、水上または水中を移動する移動体から地理的位置データを受信する受信機は、予め移動体と取り決めた、複数桁で表現される地理的位置データの上位桁を破棄上位桁として記憶するメモリと、移動体から受信した、破棄上位桁に基づいて上位桁が破棄された地理的位置データを、メモリに記憶された破棄上位桁に基づいて復元する復元器とを備える。移動体と受信側との間で受信ミスが生じても、受信機において、その後の地理的位置データの正確な復号が可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明をAUVシステムに搭載したときの概要を説明する図である。

【図2】本発明をAISに適用した自動船舶識別装置の概要を説明する図である。

【図3】第1実施形態に係る母船及び潜水機の機能ブロックを例示する図である。

【図4】第1実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローを説明する図である。

【図5】地理的位置データの補正について説明する図である。

20

【図6】地理的位置データの補正について説明する図である。

【図7】第2実施形態に係る母船及び潜水機の機能ブロックを例示する図である。

【図8】第2実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローを説明する図である。

【図9】第3実施形態に係る母船及び潜水機の機能ブロックを例示する図である。

【図10】第3実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローを説明する図である。

【図11】第4実施形態に係る母船及び潜水機の機能ブロックを例示する図である。

【図12】第4実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローを説明する図である。

【図13】第5実施形態に係る船舶の機能ブロックを例示する図である。

【図14】第5実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローを説明する図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0042】

<本発明の概要>

図1には、本発明をAUV（自律型無人潜水機、Autonomous Underwater Vehicle）に適用した場合の例が示されている。AUVシステムでは、母船10と潜水機（AUV）12とで通信が行われる。例えば潜水機12の慣性航法装置32（図3参照）にて取得した自身の地理的位置データ（AUV位置データ）が母船10に伝達される。

【0043】

慣性航法装置32は、地理的位置データとして経度、緯度を出力する。経度、緯度は、例えばそれぞれ度・分・秒の情報を含む複数桁（例えば10桁）のデータ（例えば-180°00'00.000"から180°00'00.000"までの範囲のデータ）として出力（表現）される。さらにこの経度・緯度情報は2進数変換（ビット列化）され、4バイト（32ビット）のデータとなる。

40

【0044】

本発明ではこの地理的位置データの上位桁を破棄し、下位桁のみを母船10に伝送する。破棄対象の桁（破棄上位桁）は、例えば、潜水機12及び母船10の移動範囲や移動速度に基づいて定められる。例えば、母船10と潜水機12とで数値が等しくなる、またはほぼ等しくなると考えられる大域的な桁数が破棄上位桁となる。あるいは、潜水機12の活動範囲に基づき、全活動を通じて数値が変化しない、または殆ど変化しない桁数を破棄上位桁としてもよい。例えば度（°）の桁が破棄され、経度、緯度の分（'）及び秒（"

50

）のデータのみが母船 10 に伝送される。破棄上位桁は予め送信側の潜水機 12 と母船 10 の機器間で取り決められており、それぞれのメモリ等に保管（記憶）される。

【0045】

また、破棄上位桁は、潜水機 12 と母船 10 の移動計画、言い換えると、地理的存在位置の事前に合意された計画に基づいて定められてもよい。例えば移動計画にて経度、緯度の分、秒のみが変化する場合には、度（°）以上の桁を破棄上位桁とする。

【0046】

また、破棄上位桁は、後述する第 4 実施形態のように、慣性航法装置 32 とは異なるシステムの地理的位置データに基づいて、破棄上位桁を定めてもよい。例えば、後述する U S B L 測位システムが取得した地理的位置情報が度（°）の情報を含むときには、破棄上位桁を度（°）以上の桁としてよい。

10

【0047】

例えば A U V システムの場合、潜水機 12 の移動速度は速いもので 2.0 m/s 程度である。仮に時間 1 分間に亘り潜水機 12 から母船 10 へのデータ通信がない（失敗する）とすると、潜水機 12 の移動距離は 120 m 程度となる。

【0048】

ここで、経度、緯度を距離に換算すると、緯度については緯度 1 分（1'）が 1852 m（1 海里）に相当する。経度については、赤道下では経度 1 分（1'）が約 1852 m に相当し、北極圏の境界である北緯 66.6 度及び南極圏の境界である南緯 66.6°では経度 1 分（'）が約 736 m（ $1852 \times \cos 66.6^\circ$ ）に相当する。

20

【0049】

つまり、時間 1 分間に亘って潜水機 12 の位置の補足に失敗したとしても、多くのケースにおいて度（°）の桁数が変化することは無いものと考えられる。さらに後述するように、度（°）の桁数が変化する場合は想定した処理を備えることで、度（°）の情報を破棄しても、母船 10 にて潜水機 12 の地理的位置データ（経度、緯度）を正確に復号可能となる。

【0050】

上述したように、破棄上位桁は潜水機 12 と母船 10 とで共有されていることから、母船 10 側でこの破棄上位桁に相当する数値を補完（復元）することができる。例えば潜水機 12 の度（°）情報は、母船 10 の度（°）情報を充てることで補完（復元）できる。または、潜水機 12 の地理的位置データのサンプリングのうち、所定のサンプリング回で潜水機 12 の地理的位置データをフルセット（度、分、秒）で取得するような場合には、このときの度（°）情報を以降のサンプリングにおける補完データとして利用してもよい。また、潜水機 12 の移動計画が明らかであるときには、移動計画上の地理的位置データの度（°）情報を、潜水機 12 の地理的位置データの補完データとして利用してもよい。

30

【0051】

なお、破棄上位桁として度（°）の桁を破棄する代わりに、例えば図 1 に示すように取込半径 $a = 1/6'$ （ $1/6$ 分）内の位置情報のみをカバーするようにしてもよい。つまり、慣性航法装置 32 が取得した地理的位置データを直径 $2a$ で割った余りを、母船 10 に送信してもよい。例えば、経度 $1/6$ 分（ $1/6'$ ）を距離に換算すると約 200～300 m となり、上述した潜水機 12 の時間 1 分間の移動距離をカバーすることが理解される。取込半径 $a = 1/6'$ （経度 $1/6$ 分）とすることで、4 バイトのデータが 2 バイトに圧縮可能となる。

40

【0052】

また例えば、破棄上位桁として取込半径 $a = 0.5^\circ$ （0.5 度、経度 30 分）としてもよい。これを距離に換算すると、取込半径 a がカバーする範囲は約 22 km（北緯 66.6°及び南緯 66.6°）～56 km（緯度 0°）となり、従来の 4 バイトのデータが 3 バイトに圧縮可能となる。

【0053】

また、破棄上位桁を、潜水機 12 及び母船 10 の通信可能距離に基づいて定めてもよい

50

。例えば後述する第4実施形態のように、AUVシステムにおいてUSBL (Ultra Short Base Line) システムを搭載した場合、通信距離はおよそ10000m (10km) となる。取込半径 $a = 0.5^\circ$ とすることで、従来の4バイトのデータを3バイトに圧縮しつつ、USBLシステムの通信距離がカバーされる。

【0054】

図2には、本発明をAIS (Automatic Identification System) に適用した自動船舶識別装置の例が示されている。AISでは、三角で示す船舶16が互いの地理的位置情報 (緯度、経度) を通信し合う。経度は -180° から 180° までの範囲を経度1/10000分単位 (28ビット) で表され、緯度は -90° から 90° までの範囲を緯度1/10000分単位 (27ビット) で表される。

10

【0055】

この例においても、GPS等で取得した自船の地理的位置データ (緯度、経度) について、例えば取込半径 $a = 0.5^\circ$ (0.5° 度) として、それより内側の位置情報のみをカバーする。

【0056】

上述したように、取込半径 $a = 0.5^\circ$ (0.5° 度) を距離に換算すると、取込半径 a がカバーする範囲は約22km (北緯 66.6° 及び南緯 66.6°) ~56km (経度及び緯度 0°) となる。非特許文献1に示されているように、船舶の許容船間距離の平均値 r は1.2マイル (1.93km) ~1.7マイル (2.7km) である。取込半径 a を 0.5° (0.5° 度) に設定しても、上記の許容船間距離を十分にカバーしていることが理解される。なお、取込半径 a を 0.5° とすることで、経度については従来の28ビットのデータが20ビットまで圧縮可能となる。

20

【0057】

また、AISではVHF帯の無線通信により地理的位置データ等のデータ通信が行われる。この到達距離は約37kmであり、上記取込半径 $a = 0.5^\circ$ (約22km~56km) と同じオーダーであることが理解される。

【0058】

なお、破棄上位桁は、後述する様々な実施形態において「分割上位桁」や「取得上位桁」のように用語が変化するが、その本質は同じものであり、要するに元の地理的位置データを上位桁と下位桁に分割する際にその分岐点となるような桁数をいう。

30

【0059】

<第1実施形態>

図3には、第1実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信システムが例示されている。この実施形態では、AUVシステムに地理的位置データの圧縮通信システムが搭載されている。

【0060】

母船10は、機能ブロックとして、GPS受信器20、桁数メモリ22、データ分割器24、AUV位置データ受信器26、復号器28、及びディスプレイ30を備える。潜水機12は、慣性航法装置32、桁数メモリ34、符号化器36及び発信器38を備える。

【0061】

これら機能ブロックの作用について、図4を用いて説明する。図4には、第1実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローが例示されている。ステップS10からステップS14までは潜水機12 (AUV) が実行し、ステップS16からステップS34までは母船10が実行する。

40

【0062】

潜水機12の慣性航法装置32は、自艇位置P0を取得する (S10)。慣性航法装置32の位置取得プロセスは既知のためここでは説明を省略する。自艇位置P0は、例えば緯度データ及び経度データであって、例えばそれぞれ度・分・秒の情報を含む10桁のデータが出力される。

【0063】

50

符号化器 36（エンコーダ）は、慣性航法装置 32 から受信した地理的位置データである自艇位置 P0（緯度、経度）を圧縮処理する。具体的には符号化器 36 は、桁数メモリ 34 から破棄上位桁係数 2a を呼び出す。さらに符号化器 36 は自艇位置 P0 を破棄上位桁係数 2a で割った余りである AUV 下位ビット b を求める（S12）。自艇位置 P0 を破棄上位桁係数 2a で割った商である AUV 上位ビット x は破棄される。 $2a = 1^\circ$ （ $a = 0.5^\circ$ ）とすると、AUV 下位ビット b は経度、緯度の分と秒のデータとなる。この AUV 下位ビット b は発信器 38 を通じて洋上の母船 10 に伝達される（S14）。例えば音響通信によって AUV 下位ビット b のデータが送信される。

【0064】

母船 10 の AUV 位置データ受信器 26 は AUV 下位ビット b を受信する（S16）と、これを復号器 28 に送信する。このとき、GPS 受信器 20 によって母船 10 の現在位置である母船位置データ P1（緯度、経度）が取得される（S18）。例えばそれぞれ度・分・秒の情報を含む 10 桁のデータが出力される。

10

【0065】

次に、データ分割器 24 は、母船 10 の地理的位置データである母船位置データ P1 を分割する。具体的には、データ分割器 24 は、桁数メモリ 22 から取得上位桁係数 2a を呼び出す。この取得上位桁係数 2a は潜水機 12 における破棄上位桁係数 2a と同一の値である。取得上位桁係数 2a と破棄上位桁係数 2a は、例えば航行前に予め設定される。

【0066】

データ分割器 24 は、母船位置データ P1 を取得上位桁係数 2a で割った商である母船位置データ上位ビット x0 を求める（S20）。母船位置データ P1 を取得上位桁係数 2a で割った余りである母船位置データ下位ビット c は破棄される。

20

【0067】

母船位置データの上位ビット x0 は復号器 28 に送信される。復号器 28 は母船位置データの上位ビット x0 と取得上位桁係数 2a の積に AUV 下位ビット b を加えた値を仮の AUV 位置データ P2 として算出する（S22）。

【0068】

さらに復号器 28 は母船位置データ P1 と仮の AUV 位置データ P2 との差が取得上位桁係数の半値 a 以上であるか否かを判定する（S24）。図 5 には、このステップに関する模式図が例示されている。この例では、母船 10 が $123^\circ 50'$ の位置にあり、潜水機 12 が $124^\circ 10'$ の位置にある。また取得上位桁係数 2a の半値（取込半径）a は 0.5° （ $= 30'$ ）とする。

30

【0069】

上述したように、AUV 位置データの圧縮の過程で度（ $^\circ$ ）の情報が破棄され、代わりに母船 10 の位置データの上位ビット x0 と取得上位桁係数 2a の積が充てられる。その結果、仮の AUV 位置データ P2 は $123^\circ 10'$ となり、実際の潜水機 12 の位置（ $124^\circ 10'$ ）よりも 1° ずれた値が算出される。

【0070】

しかしながら、 $P1 - P2 = 123^\circ 50' - 123^\circ 10' = 40'$ となり、両者の差は取込半径 a（ $= 30'$ ）を超過したものとなる。つまり、本来取り込めない範囲の位置が算出されたことになる。このような場合に、復号器 28 は仮の AUV 位置データ P2 に 2a（ 1° ）を加えた値を真の AUV 位置データ P2' とし（S28）、この値をディスプレイ 30 に表示する（S34）。

40

【0071】

ステップ S24 にて、 $P1 - P2$ が取込半径 a 未満である場合、さらに復号器 28 は $P1 - P2$ の差が $-a$ 以下（あるいは、 $|P1 - P2| \geq a$ ）であるか否かを判定する（S26）。

【0072】

図 6 には、このステップに関する模式図が例示されている。この例では、母船 10 が $124^\circ 10'$ の位置にあり、潜水機 12 が $123^\circ 50'$ の位置にある。また取得上位桁

50

係数 $2a$ の半値（取込半径） a は $0.5^\circ (= 30')$ とする。

【0073】

上述したように、AUV位置データの圧縮の過程で度（ $^\circ$ ）の情報が破棄され、代わりに母船10の位置データの上位ビット x_0 と取得上位桁係数 $2a$ の積が充てられる。その結果、仮のAUV位置データ P_2 は $124^\circ 50'$ となり、実際の潜水機12の位置（ $123^\circ 50'$ ）よりも 1° ずれた値が算出される。

【0074】

しかしながら、 $P_1 - P_2 = 124^\circ 10' - 124^\circ 50' = -40'$ となり、両者の差は取込半径 a （ $30'$ ）を超過したものとなる。このような場合に、復号器28は仮のAUV位置データ P_2 に $2a$ （ 1° ）を差し引いた値を真のAUV位置データ P_2' とし（S32）、この値をディスプレイ30に表示する（S34）。 10

【0075】

一方、ステップS26にて $P_1 - P_2$ の値が $-a$ を超過（あるいは、 $|P_1 - P_2| < a$ ）である場合には、仮のAUV位置データ P_2 を真のAUV位置データとしてこれをディスプレイ30に表示する（S30）。

【0076】

<第2実施形態>

図7には、第2実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信システムが例示されている。この実施形態も、AUVシステムに地理的位置データの圧縮通信システムが搭載されている。 20

【0077】

図7が図3と異なる点は、母船10にGPS受信器20の代わりに位置データメモリ40が置かれたことにある。図8には、図7の地理的位置データの圧縮通信システムにおける圧縮通信フローが例示されている。図4と同一の符号が付されたステップは図4の同ステップと同一内容であることから、適宜説明を省略する。

【0078】

図7を参照して、位置データメモリ40には、AUV位置データの前回値が記憶されている。本実施形態では、これを用いて潜水機12（AUV）の現在位置を求める。図8のステップS36にて、データ分割器24は、位置データメモリ40からAUV位置データの前回値 P_1 を取得する（S36）。さらにデータ分割器24は、桁数メモリ22から取得上位桁係数 $2a$ を呼び出して、前回値 P_1 を取得上位桁係数 $2a$ で割った商 x_0 を求める（S20）。さらに、 x_0 と取得上位桁係数 $2a$ の積とAUV位置データ下位ビット b の和が仮のAUV位置データ P_2 となる（S22）。さらに、ディスプレイに表示された真のAUV位置データ P_2 または P_2' はAUV位置データ前回値として位置データメモリ40に更新される（S38、S40）。 30

【0079】

<第3実施形態>

図9には、第3実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信システムが例示されている。この実施形態も、AUVシステムに地理的位置データの圧縮通信システムが搭載されている。 40

【0080】

図9が図3と異なる点は、母船10に位置データメモリ40及び比較部42が置かれたことにある。図10には、図9の地理的位置データの圧縮通信システムにおける圧縮通信フローが例示されている。図4と同一の符号が付されたステップは図4の同ステップと同一内容であることから、適宜説明を省略する。

【0081】

図9を参照して、位置データメモリ40には、AUV位置データの前回値が記憶されている。本実施形態では、これを用いて潜水機12 AUVの現在位置を求める。

【0082】

図10のステップS42にて、復号器28及び比較部42は、 $P_3 \equiv b \pmod{2a}$ 50

となる、つまり、 $2a$ で割ったときに余りが b となる値であって、かつ、 AUV 位置データの前回値 $P4$ との差分の絶対値が取込半径 a 以下に収まる、現在時 AUV 位置データ $P3$ を求める（ $S42$ ）。例えば $P3 \equiv b \pmod{2a}$ の演算は復号器28によって実行され、 $P3$ 及び $P4$ の差分演算は比較部42によって実行される。 AUV 位置データの前回値 $P4$ は位置データメモリ40から取得する。

【0083】

次に比較部42は現在時 AUV 位置データ $P3$ をディスプレイ30に表示させる（ $S44$ ）。さらにディスプレイ30に表示された現在時 AUV 位置データ $P3$ は AUV 位置データ前回値として位置データメモリ40に更新される（ $S46$ ）。

【0084】

10

<第4実施形態>

図11には、第4実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信システムが例示されている。この実施形態も、 AUV システムに地理的位置データの圧縮通信システムが搭載されている。ただし、本実施形態では、位置データの圧縮（エンコード）が母船10で行われ、位置データの復号（デコード）が潜水機12で行われる。

【0085】

この地理的位置データの圧縮通信システムでは、 $USBL$ （Ultra Short Base Line）測位システムが搭載される。 $USBL$ の原理等については既知であるためここでは説明を省略する。母船10は、 $USBL$ トランシーバ44及び $USBL$ 測位装置46を備える。また潜水機12は、 $USBL$ トランスポンダ52を備える。母船10はこの他に、桁数メモリ22、符号化器48、及び位置補正データ発信器50を備える。潜水機12は上記の他に、位置補正データ受信器54、復号器56、慣性航法装置58、位置データメモリ60、桁数メモリ62、及びデータ分割器64を備える。

20

【0086】

図12には、本実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信フローが例示されている。ステップ $S50$ からステップ $S54$ まで母船10が実行し、ステップ $S56$ からステップ $S74$ まで潜水機12が実行する。

【0087】

母船10の $USBL$ 測位装置46は、 $USBL$ トランシーバ44から応答信号（音波）を送り、潜水機12からの返答を受信する。 $USBL$ 測位装置46は、音波の往復時間と水中速度から母船10と潜水機12までの距離を決定し、 $USBL$ トランシーバ44が受信した受信波と送信波の位相差から角度を算出する。さらにこれに基づいて潜水機12の地理的位置データ（緯度、経度）が位置補正データ $P5$ として求められる（ $S50$ ）。例えば位置補正データは、度、分、秒の数値を有する。

30

【0088】

$USBL$ 測位装置46から符号化器48に位置補正データ $P5$ が送信される。符号化器48では、桁数メモリ22から破棄上位桁係数 $2a$ を呼び出す。さらに符号化器48は、位置補正データ $P5$ を破棄上位桁係数 $2a$ で割った余りである位置補正データ下位ビット b を求める（ $S52$ ）。位置補正データ下位ビット b は位置補正データ発信器50を介して潜水機12に送信される。例えば音響通信によって位置補正データ下位ビット b が送信される。

40

【0089】

潜水機12の位置補正データ受信器54を介して復号器56に位置補正データ下位ビット b が受信される（ $S56$ ）。一方、データ分割器64は位置データメモリ60から慣性航法装置58が算出した直近の AUV 補正前位置データ $P6$ を呼び出す（ $S58$ ）。さらにデータ分割器64は桁数メモリ62から取得上位桁係数 $2a$ を呼び出す。取得上位桁係数 $2a$ は母船10の桁数メモリ22に記憶された破棄上位桁係数 $2a$ と同一の値であって、例えば航行前に予め記憶される。

【0090】

データ分割器64は AUV 補正前位置データ $P6$ を取得上位桁係数 $2a$ で割った商であ

50

るAUV補正前位置データ上位ビットx0を求める(S60)。AUV補正前位置データP6を取得上位桁係数2aで割った余りであるAUV補正前位置データ下位ビットcは破棄される。

【0091】

AUV補正前位置データの上位ビットx0は復号器56に送信される。復号器56はAUV補正前位置データの上位ビットx0と取得上位桁係数2aの積に、母船10から送られた位置補正データ下位ビットbを加えた値を仮のAUV位置補正データP7として算出する(S62)。

【0092】

さらに復号器56はAUV補正前位置データP6と仮のAUV位置補正データP7との差が取込半径a以上であるか否かを判定する(S64)。P6-P7 $\geq$ aである場合、復号器56は仮のAUV位置補正データP7に取得上位桁係数2a(1°)を加えた値を真のAUV位置補正データP7'とし(S66)、この値をもとにして慣性航法装置58の設定を更新する(S72)。更新後、AUV位置補正データP7'が位置データメモリ60に記憶(更新)される(S76)。

10

【0093】

ステップS64にて、P6-P7が取込半径a以下である場合、さらに復号器56はP6-P7の差が-a以下(あるいは、|P6-P7| $\geq$ a)であるか否かを判定する(S68)。P6-P7 $\geq$ -aである場合、復号器56は仮のAUV位置補正データP7に取得上位桁係数2a(1°)を差し引いた値を真のAUV位置補正データP7'とし(S70)、この値をもとにして慣性航法装置58の設定を更新する(S72)。更新後、AUV位置補正データP7'が位置データメモリ60に記憶(更新)される(S76)。

20

【0094】

一方、ステップS68にてP6-P7の値が-aを超過(あるいは、|P6-P7|<a)である場合には、仮のAUV位置補正データP7を真のAUV位置補正データとして、この値をもとにして慣性航法装置58の設定が更新される(S74)。更新後、AUV位置補正データP7が位置データメモリ60に記憶(更新)される(S78)。

【0095】

<第5実施形態>

図13には、第5実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信システムが例示されている。この実施形態では、AIS(Automatic Identification System)をベースとした船舶自動識別装置に地理的位置データの圧縮通信システムが搭載される。

30

【0096】

船舶72A、72Bは、ともに地理的位置データの圧縮通信システムが搭載されている。具体的には、船舶72A、72Bは、GPS受信器66A、66B、桁数メモリ22A、22B、データ分割器24A、24B、位置データ発信器68A、68B、位置データ受信器70A、70B、復号器28A、28B、及び、ディスプレイ30A、30Bを備える。

【0097】

図14には、第5実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信プロセスフローが例示されている。なお後述するように、船舶72A、72Bはともに、地理的位置データの圧縮通信システムに係る機器を備えており、受信側と送信側とを任意に切り替えることが可能となっている。

40

【0098】

船舶72AはGPS受信器66Aから自船位置データP8__Aを取得する(S80)。自船位置データP8__Aは、例えば緯度、経度情報であって、ともに経度、緯度の1/10000分刻みのデータであるとする。

【0099】

自船位置データP8__Aはデータ分割器24Aに送られる。データ分割器24Aでは、

50

桁数メモリ 22 A から分割上位桁係数 2 a を呼び出す。さらにデータ分割器 24 A は、自船位置データ P8 __ A を分割上位桁係数 2 a で割った商である自船位置データ上位ビット x __ A と、余りである自船位置データ下位ビット b __ A を求める (S82)。分割上位桁係数 2 a が 1° である場合、自船位置データ上位ビット x __ A (破棄上位桁) は度 (°) 情報であり、自船位置データ下位ビット b __ A は経度、緯度の分、秒 (', ") 情報となる。

【0100】

自船位置データ下位ビット b __ A は位置データ発信器 68 A から船舶 72 B 及び周辺の船舶に送信される (S84)。例えば VHF 帯の無線通信によって自船位置データ下位ビット b __ A が送信される。船舶 72 B の位置データ受信器 70 B は、船舶 72 A の自船位置下位ビット、つまり船舶 72 B にとっての他船位置データ下位ビット b __ A を受信する (S86) と、これを復号器 28 B に送信する。

10

【0101】

また、船舶 72 B では GPS 受信器 66 B から自船位置データ P8 __ B を取得する (S88)。さらに船舶 72 B では、桁数メモリ 22 B から分割上位桁係数 2 a を呼び出す。ここで、船舶 72 A, 72 B の桁数メモリ 22 A, 22 B には、例えば航海前に予め、分割上位桁係数として同一の値 2 a (桁数) が保存されている。

【0102】

データ分割器 24 B は、自船位置データ P8 __ B を分割上位桁係数 2 a で割って自船位置データ上位ビット x __ B 及び自船位置データ下位ビット b __ B を求める (S90)。自船位置データ上位ビット x __ B は復号器 28 B に送信される。また自船位置下位ビット b __ B はステップ S84 と同様にして、船舶 72 A 及び周辺の船舶に送信される。

20

【0103】

復号器 28 B は、自船位置データ上位ビット x __ B と分割上位桁係数 2 a の積に、他船位置データ下位ビット b __ A を加えた値を仮の他船位置データ P9 __ A として算出する (S92)。

【0104】

さらに復号器 28 B は、自船位置データ P8 __ B と仮の他船位置データ P9 __ A との差が取得上位桁係数の半値である取込半径 a 以上であるか否かを判定する (S94)。P8 __ B と P9 __ A との差が a 以上である場合、復号器 28 B は仮の他船位置データ P9 __ A に 2 a (1°) を加えた値を真の他船位置データ P9 __ A' とし (S96)、この値をディスプレイ 30 B に表示する (S102)。

30

【0105】

ステップ S94 にて、P8 __ B と P9 __ A の差が取込半径 a 未満である場合、さらに復号器 28 B は P8 __ B と P9 __ A の差が -a 以下 (あるいは、 $|P8_B - P9_A| \geq a$) であるか否かを判定する (S98)。

【0106】

P8 __ B と P9 __ A の差が -a 以下である場合、復号器 28 B は仮の他船位置データ P9 __ A に 2 a (1°) を差し引いた値を真の他船位置データ P9 __ A' とし (S100)、この値をディスプレイ 30 B に表示する (S102)。

40

【0107】

一方、ステップ S98 にて P8 __ B と P9 __ A の差が -a を超過するときには、仮の他船位置データ P9 __ A を真の他船位置データとしてこれをディスプレイ 30 B に表示する (S104)。

【0108】

<その他の実施形態>

第5実施形態では、船舶間の通信過程を示していたが、この形態に限らない。例えば船舶 72 B の代わりに、地上の管制センターとの通信に、本実施形態に係る地理的位置データの圧縮通信プロセスを適用させてもよい。

【0109】

50

また上述した実施形態では、地理的位置データを圧縮対象としていたが、この形態に限らない。要するに変化の少ない大域的な上位桁と変化のある下位桁とを有するパラメータ、例えば時刻データ、気象データ等に対して、本実施形態に係るデータ圧縮通信システムが適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0110】

本発明は、水上や水中を移動する移動体のみならず、地上や空中を移動する移動体も含めた移動体と受信側の機器のあらゆる組み合わせの地理的位置データの圧縮通信に適用可能である。

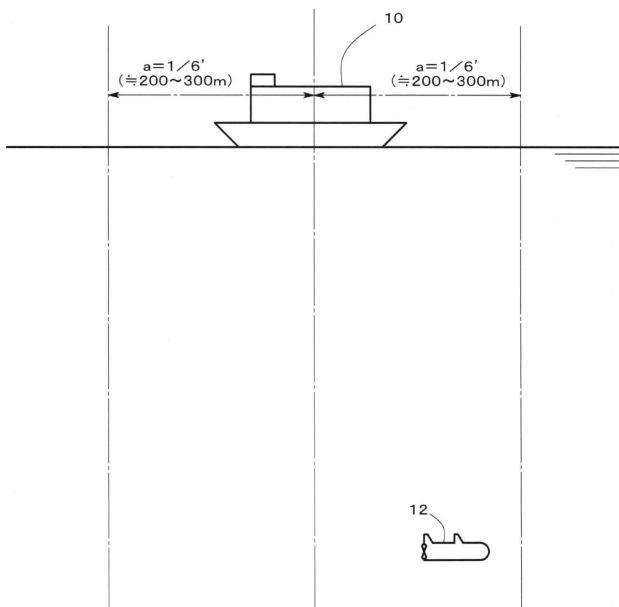
【符号の説明】

【0111】

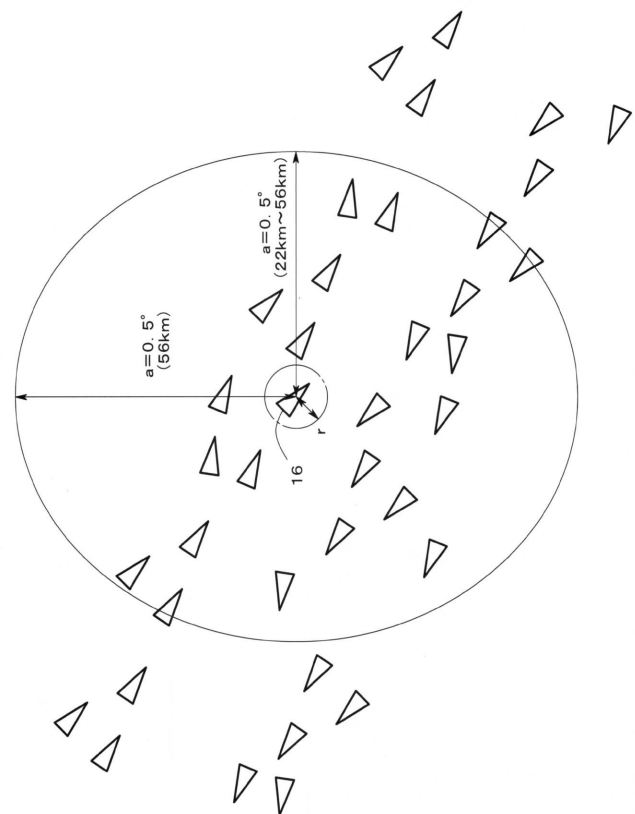
10 母船、12 潜水機、20 GPS受信器、22, 34, 62 桁数メモリ、24, 64 データ分割器、28, 56 復号器、30 ディスプレイ、32, 58 慣性航法装置、36, 48 符号化器、38 発信器、40, 60 位置データメモリ、42 比較部、46 USBL測位装置、16, 72 船舶。

10

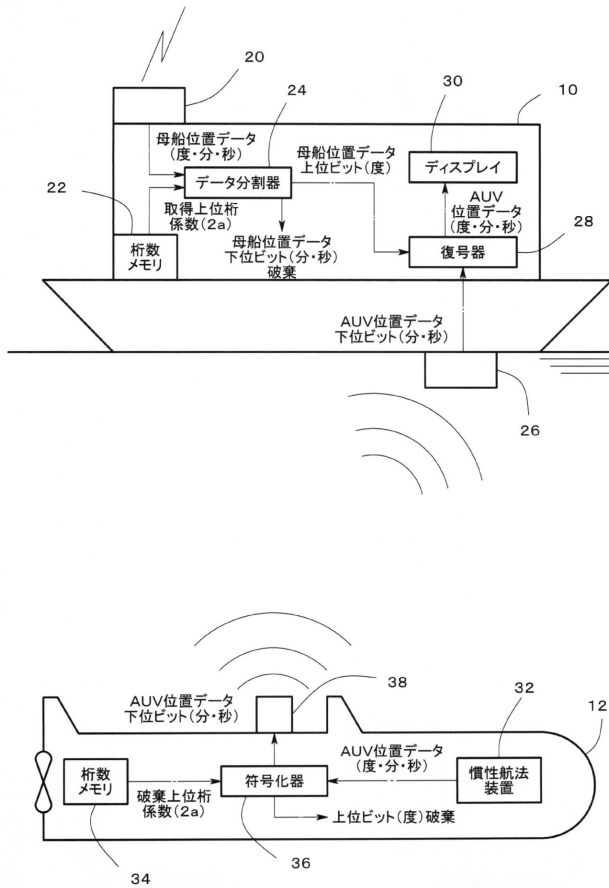
【図1】



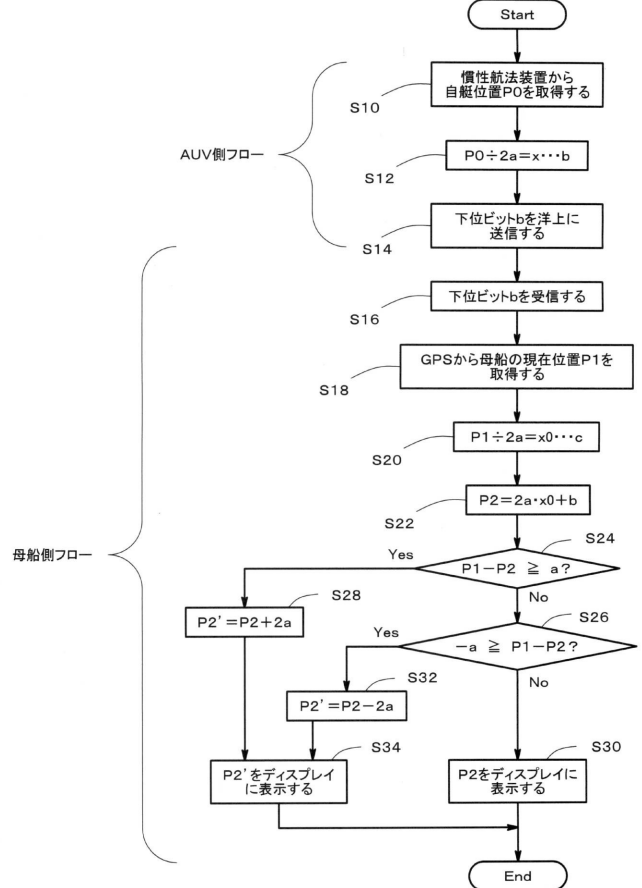
【図2】



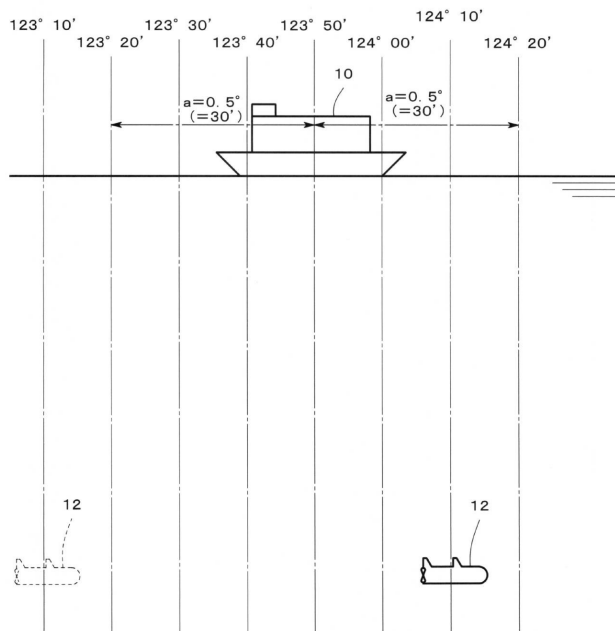
【図 3】



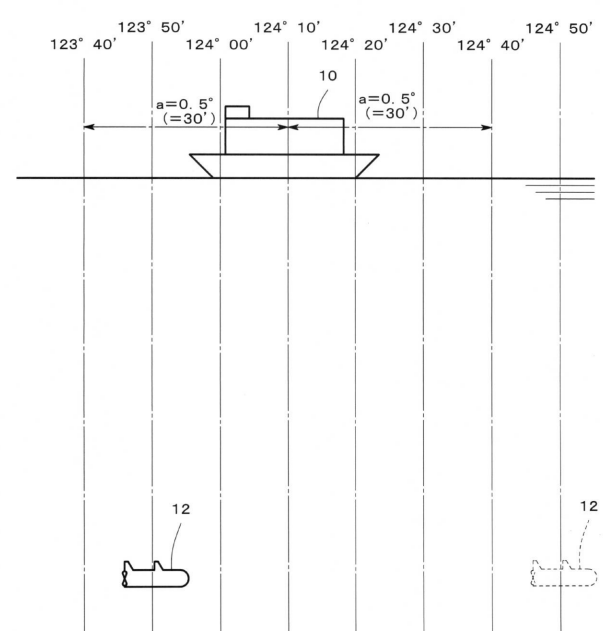
【図 4】



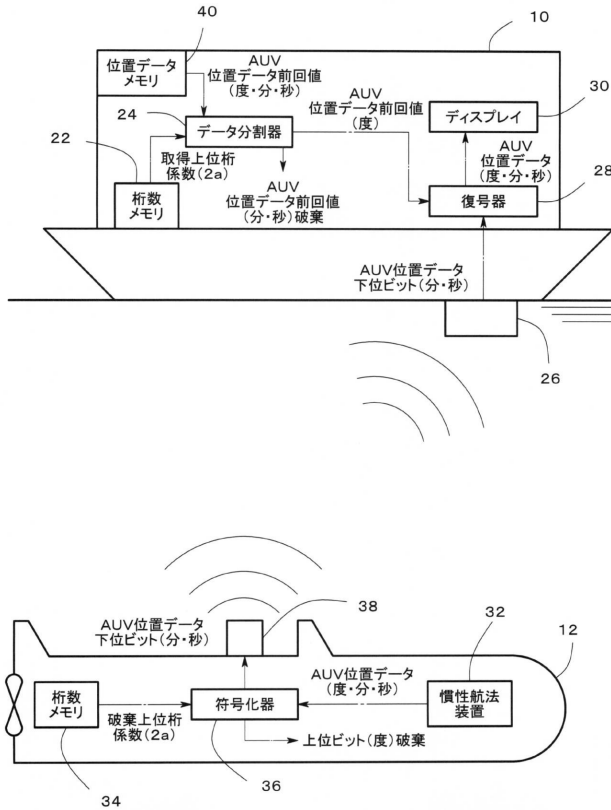
【図 5】



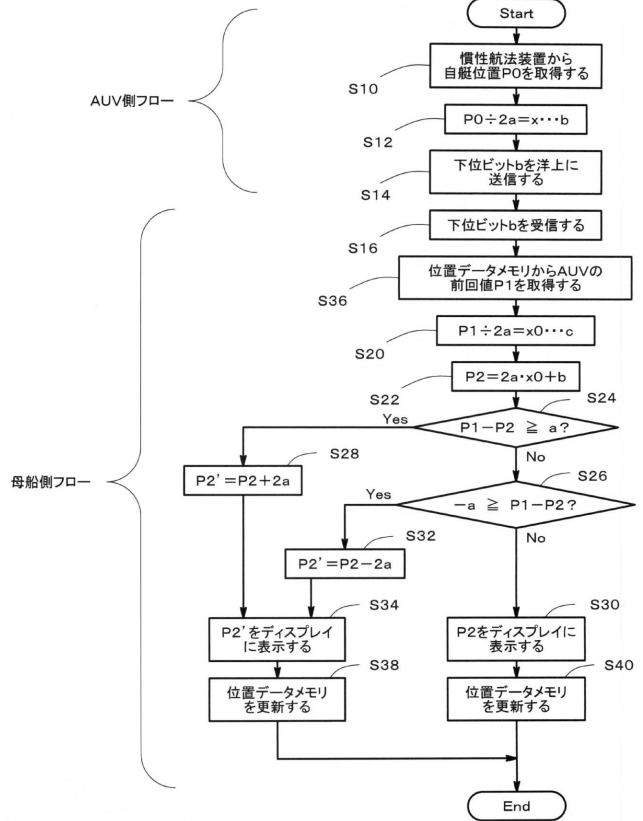
【図 6】



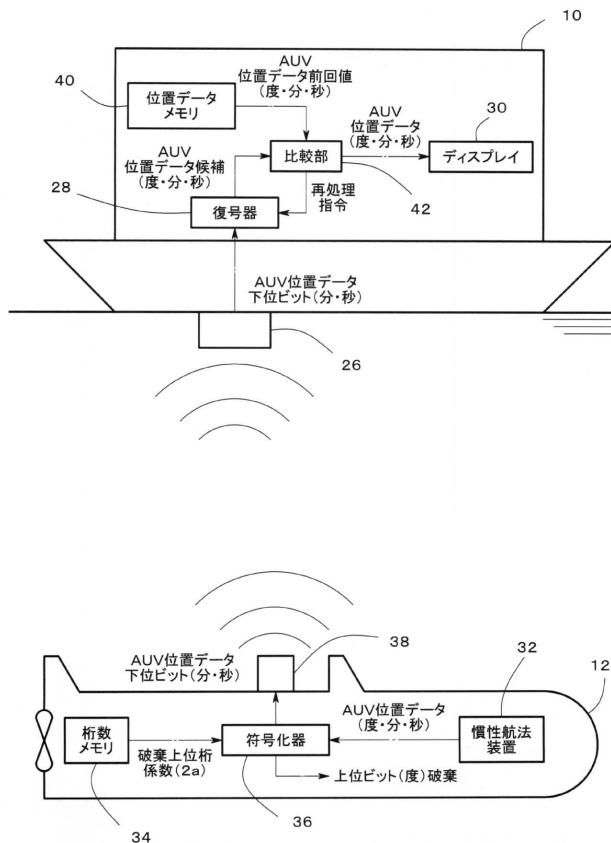
【図 7】



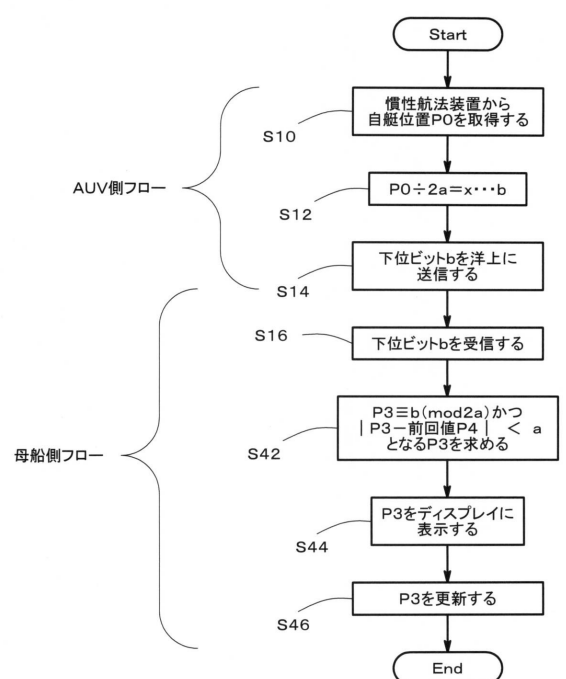
【図 8】



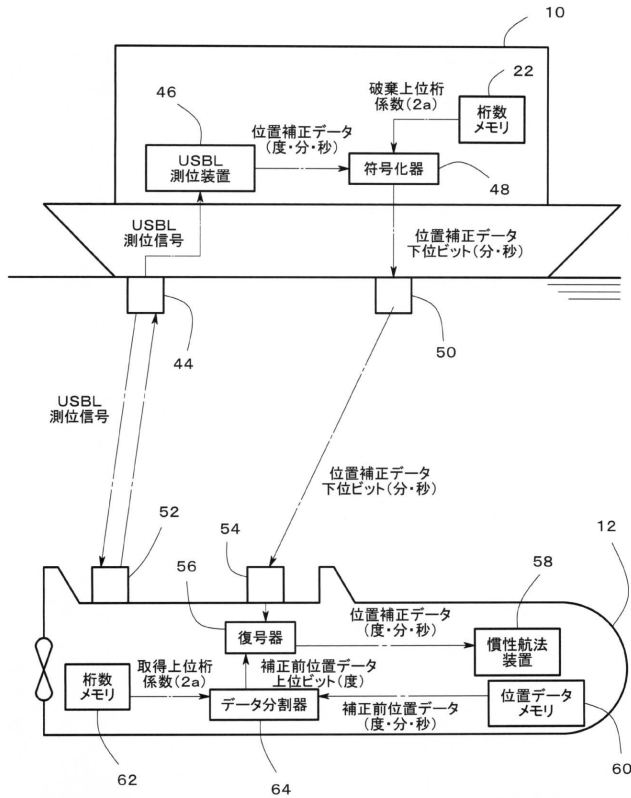
【図 9】



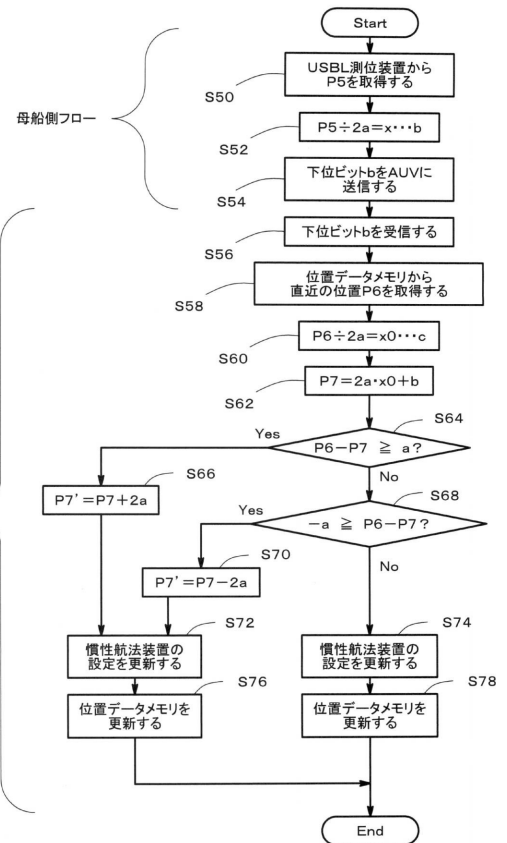
【図 10】



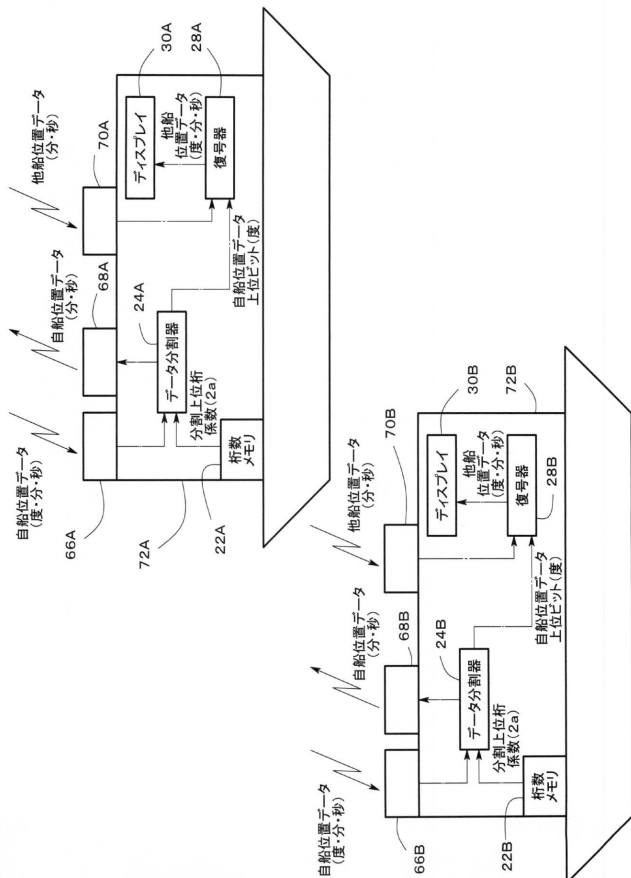
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】

