(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 4 月 30 日(30.04.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/060040 A1

(51) 国際特許分類:
B60R 25/24 (2013.01) *G01S 15/74* (2006.01)
E05B 49/00 (2006.01) *H04Q 9/00* (2006.01)
G01S 13/76 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074430

(22) 国際出願日: 2014 年 9 月 16 日(16.09.2014)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2013-222175 2013 年 10 月 25 日(25.10.2013) JP

(71) 出願人: ＫＤＤＩ株式会社(KDDI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉田　将也(YOSHIDA Masaya); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号　株式会社ＫＤＤＩ研究所内 Saitama (JP). 西村　康孝(NISHIMURA Yasutaka); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号　株式会社ＫＤＤＩ研究所内 Saitama (JP). 吉原　貴仁(YOSHIHARA Kiyohito); 〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号　株式会社ＫＤＤＩ研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 阪本　清孝, 外(SAKAMOTO Kiyotaka et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿三丁目３番２３号　ファミール西新宿４０３号 Tokyo (JP).

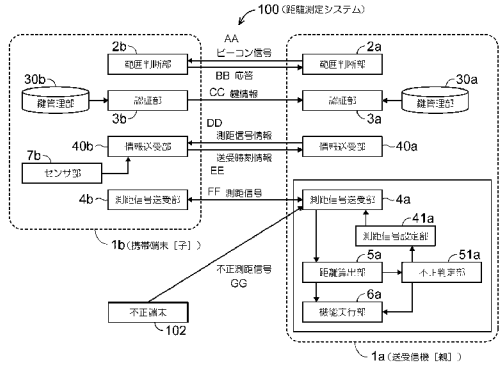
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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),

[続葉有]

(54) **Title**: DISTANCE MEASURING SYSTEM

(54) 発明の名称 : 距離測定システム



1a Transmitter-receiver (master unit)
1b Portable terminal (slave unit)
2a, 2b Range determination unit
3a, 3b Authentication unit
4a, 4b Ranging-signal transmission/reception unit
5a Distance calculation unit
6a Function execution unit
7b Sensor unit
30a, 30b Key management unit
40a, 40b Information transmission/reception unit
41a Ranging-signal setting unit
51a Unauthorized action identification unit
100 Distance measuring system
102 Unauthorized terminal
AA Beacon signal
BB Response
CC Key information
DD Ranging signal information
EE Transmission/reception time information
FF Ranging signal
GG Unauthorized ranging signal

(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to ensure that a distance measuring system which executes a predetermined function on the basis of a distance calculated by the transmission and reception of ranging signals will function securely even when there is an unauthorized ranging signal that has been acquired. Ranging signals are transmitted and received between ranging-signal transmission/reception units (4a, 4b), and the transmission and reception times of those ranging signals are determined. A distance calculation unit (5a) calculates a distance from the transmission and reception times. The ranging signals are randomly selected from among a plurality of types of signals for each repetition of transmission and reception, and the distance is calculated on the basis of the selected ranging signals. A function execution unit (6a) executes the predetermined function only when the distance calculated for the selected ranging signals is continuously within a threshold value over a predetermined period of time. Because there is a low probability of an unauthorized transmitted ranging signal matching the selected ones continuously, the predetermined function is securely executed.

(57) 要約: 測距信号の送受で算出される距離に基づいて所定機能を実行する距離測定システムを、不正取得された測距信号がある状況においても安全に機能させる。 測距信号送受部 4a,4b 間では、測距信号を送受し、その送受時刻を求める。距離算出部 5a は、送受時刻より距離を算出する。測距信号は、毎回の送受ごとに、複数種類の中からランダムに選択され、選択された測距信号に基づいて距離を算出する。機能実行部 6a は、選択された測距信号において閾値以内の距離が算出されることが所定期間継続した場合に初めて、所定機能を実行する。不正送信された測距信号が、連続して選択されたものと一致する確率は低いため、安全に所定機能が実行される。

WO 2015/060040 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 距離測定システム

技術分野

[0001] 本発明は、スマートキーシステム等に好適な、携帯端末と送受信機との間の距離に基づいて所定機能を実行する距離測定システムに関し、特に、当該距離の算出において利用する測距信号が、不正に取得され送信される場合があっても、安全に所定機能を実行することのできる距離測定システムに関する。

背景技術

[0002] 自動車を中心にスマートキーシステムが普及している。スマートキーシステムを利用することで、ユーザは鍵を車両ドアの鍵穴に差し込むことなく解錠・施錠できる。一般的なスマートキーシステムでは、ユーザの持つ携帯機と車載の送受信機で通信を行い、認証する。そして、認証が正常に済んだ場合にドアロックを解錠する。この際、125kHzや300Mhzの専用の無線機を用いることで、送受信機の無線信号の範囲は2m程度の短距離に制限されている。これにより、ユーザが車両から離れている場合にドアが解錠され第三者が車内に侵入できてしまうなどのセキュリティ問題を解決している。

[0003] しかしながら、このようなスマートキーシステムでは、不正に無線信号を送受信することで解錠する盗難の手法が知られている。この問題を防ぐ技術は多く提案されている。例えば、特許文献1では、正規の所有者が有する携帯機と車両との間でクロックの誤差を補正するような仕組みを持たせることにより、不正なドアロックの解錠による被害を効果的に抑制している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2013-177132号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、本出願人による特願2013-130612号（以下、特許文献２とする）の距離測定システムでは、スマートキーシステムの携帯機としてスマートフォン等の携帯端末を利用することが可能である。これによりユーザの利便性を向上できる。スマートフォンにはbluetooth（登録商標）やWi-Fi（登録商標）等の無線機が具備されている。しかし、これらを用いた場合、従来のスマートキーシステムにおける専用の無線機のように通信範囲を制限することはできない。そのため、特許文献2では、以下の手順によりスマートキーシステムを実現している。

[0006] 図１は、特許文献２における手順を模式的に説明するための図である。図１では、自動車C1に設置された送受信機100と、当該自動車C1のユーザU1が有する携帯機101と、からなる距離測定システムが示されると共に、模式的に手順(1)～(3)が示されている。

[0007] まず、手順(1)として示すように、ユーザU1と共に移動した携帯機101が無線通信可能範囲R10内に入った際に、双方向矢印A1で示すように、送受信機100と携帯機101との間であらかじめ設定した鍵を交換することで認証が行われる。

[0008] 手順(1)の認証完了後、手順(2)として示すように、送受信機100と携帯機101との間で双方向矢印A2に示すような音波の送受による測距が開始され、送受信機100は当該音波の送受時刻に基づいてユーザU1と車両C1の距離（携帯機101と送受信機100の距離）を継続的に推定する。ユーザU1は携帯機101と共に軌跡P1で範囲R10内を移動し、この間、継続して当該手順(2)による測距が行われる。（なお、当該移動している際のユーザU1は、図１中では描くのを省略している。）

[0009] さらに、手順(3)として示すように、ユーザU1が車両C1に近づき、測距結果が閾値以下になる範囲R11内に到達した場合に、送受信機100は自動車C1のドアロックを解錠する。これらの手順により、専用機を用いた場合と同様に、スマートフォン等の汎用的な携帯機101を用いて、一定範囲R11内のみにおける解錠を実現することができる。

[0010] 以上のように、特許文献2では、電波での通信による認証と音波による測距技術とを用いることで、スマートキーシステムを実現している。しかしながら、測距に用いる音波はレコーダ等により簡単に録音・再生が可能であるため、以下のような手順によって不正にドアロックを解錠されてしまうという問題があった。

[0011] 図２は、当該不正な手順を模式的に説明するための図である。図２にて、自動車C1に設置された送受信機100とユーザU1の携帯機101とは、図１の構成と同様であり、また、手順(1)及び(2)までについては、図２においても図１と同様に実施されている。図２では、当該構成において、図１のように正規のユーザU1によって手順(3)が実施される代わりに、悪意ある第三者等の不正ユーザU2が不正端末102を用いて、不正な手順(4), (5), (6)を実施する。

[0012] すなわち、図２では、まず、手順(1)にて正規のユーザU1が携帯機101と共に認証範囲R10に入って認証が実施され、手順(2)のように、音波による測距が開始され継続される。当該手順(2)において、正規のユーザU1が速やかに車両C1に到達すれば、図１の場合のように無事に手順(3)が実施されるが、図２では、ユーザU1が移動の軌跡P1の途中において、例えば立ち止まって話を始めたなどで、ただちに手順(3)へとは至らなかった場合を想定している。

[0013] こうして、手順(2)が継続されている間に、不正ユーザU2が不正端末102を操作して不正な手順(4), (5), (6)を実施する。手順(4)にて、不正端末102は、手順(2)で双方向矢印A2として送受信機100と正規の携帯機101と間で送受されている音波を、いわば盗聴する形で、不正に録音する。すなわち、矢印A3に示すように、正規の携帯機101の送信する音波を不正録音し、また、矢印A4に示すように、送受信機100の送信する音波を不正録音する。

[0014] さらに、手順(4)では、不正録音内において、周期的に受信される音波を特定するなどの手法で、及び／又は、不正ユーザU2自身の判断を適宜加えた音波解析手法で、不正端末102は、正規の携帯機101の送信する音波と、送受信機100の送信する音波とを不正に特定する。

[0015] 手順(5)にて、不正ユーザU2が不正端末102を持って軌跡P2のように移動し

ながら、不正端末102は不正録音した携帯機101の送信音波を送信する。（なお、ユーザU1と同様に、図中では不正ユーザU2も、移動中のものは描くのを省略している。）こうして手順(5)では、送受信機100においては、自分自身では双方向矢印A2に示す正規の携帯機101との間の音波の送受時刻で測距を実施しているつもりであるにも関わらず、実際には双方向矢印A5に示すように、不正端末102との間における音波の送受時刻に基づいた、不正端末102と送受信機100との間の測距を実施してしまうこととなる。

[0016] すなわち、不正端末102は、不正録音した音波を用いることで、送受信機100に対して、測距処理に関して正規の携帯機101になりすますことが可能となってしまう。この際、不正録音した携帯機101の音波を不正端末102は不正送信する。

[0017] こうして、手順(5)によって不正端末102が正規の携帯機101になりすましながら軌跡P2のように移動し、結果として手順(6)に示すようにロック解除の範囲R11内に到達してしまった際に、正規のユーザU1の携帯機101は未だ遠方に存在するにも関わらず、送受信機100は接近してきた不正ユーザU2の不正端末102に対して、車両C1の不正なロック解除を実行してしまうこととなる場合がある。

[0018] また、より一般には、図２のような不正端末102によるなりすましの他にも、次のような問題がある。すなわち、不正録音した音波を意図的なタイミングあるいはランダムなタイミングで送信することによって、不正端末102が範囲R11内に必ずしも到達していなくとも、不正な送受時刻を用いることになってしまう送受信機100等に、不測の誤動作を発生させてしまう問題である。

[0019] さらに、同様に次のような問題もある。すなわち、図２では、送受信機100における送受時刻（のうち受信時刻）が不正なものになってしまう例を説明したが、音波の送受が送受信機100と正規の携帯機101との双方向でなされる状況においては、同様に、携帯機101における送受時刻（のうち受信時刻）が不正なものになってしまうという問題である。この場合も同様に、不測の誤動作が発生しうる。図１３は、当該問題を説明するための図である。

[0020] 図１３では、（１）に不正な音波の送受がない場合を、（２）に当該問題となる場合を、それぞれ示している。（１）では、送受信機100と携帯機101との間で正しく音波の送受がなされる。すなわち、[1]に示すように送受信機100が携帯機101へと向けて正規の音波Aを送信すると、[2]に示すように携帯機101が当該音波Aの受信時刻を無線等で送受信機100へと通知する。また、[3]に示すように、携帯機101は送受信機100へと向けて正規の音波Bを送信する。

[0021] こうして、（１）の場合においては、双方向に送信された正規の音波A,Bの受信時刻を送信機100が取得して、携帯機101との距離を正しく算出する。そして、図２で説明した不正は、当該音波Bが不正端末102によって不正送信されてしまうものであった。しかしながら同様に、音波Aも不正録音可能であるため、音波Aも不正送信されうる問題があり、図１３の（２）は両音波A,Bが不正送信される状況を示している。

[0022] すなわち、図１３の（１）における[1],[2],[3]に代えて、（２）ではそれぞれ不正な手順[11],[12],[13]が実施されてしまう。[11]では、不正端末102が不正に音波Aを携帯機101に送信する。[12]では、携帯機101が当該不正に受信した（不正と知らずに受信した）音波Aの受信時刻、すなわち不正な受信時刻を送受信機100へと無線等で通知する。さらに、図２の場合と同様に、[13]では不正端末102が不正に音波Bを送受信機100へと送信する。

[0023] こうして、（２）の場合においては、双方向に送信される音波A,Bの両者が不正送信され、両者の不正な受信時刻を送信機100が取得して距離を算出してしまう。従って、当該距離は不正なものとなる。さらに同様に、音波Aのみが不正送信される状況も考えられ、この場合も不正な距離が算出されてしまう。

[0024] 以上のような問題は、特許文献2のようなスマートフォン等の汎用端末と音波による測距技術を用いた、新しいスマートキーシステム特有の課題である。そのため、特許文献1のような、多く提案されている従来のスマートキーのセキュリティ問題を解決する技術では、解決することができない。

[0025] 本発明は、上記課題に鑑み、不正な信号の送信があっても安全に機能することのできる距離測定システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0026] 上記目的を達成するため、本発明は、携帯端末及び送受信機を備え、当該両者の間の距離を測定し、当該距離に基づいて所定機能を実行する距離測定システムであって、当該両者が、測距信号を継続的に送受すると共に、その送受時刻を求める測距信号送受部を含み、前記携帯端末又は送受信機は、前記測距信号の送受時刻に基づいて、当該両者の間の距離を算出する距離算出部を含み、前記携帯端末又は送受信機は、前記算出された距離に基づいて、所定機能を実行する機能実行部を含み、前記携帯端末及び送受信機の間では、前記送受する測距信号について、送受の各回において複数種類の信号から選択したものを利用し、前記機能実行部は、前記選択された測距信号を受信すること及び前記算出された距離が所定閾値以下であることが、所定条件を満たして継続したと判定される場合に、前記所定機能を実行することを特徴とする。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、測距信号は送受の各回において複数の中から選択され、当該選択された測距信号が継続受信されなければ所定機能を実行しない。従って、測距信号が不正取得され不正送信されても、各回において選択されたものと連続して一致する可能性が低いことから、安全に所定機能が実行される。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]特許文献２における手順を模式的に示すための図である。

[図2]特許文献２の手順に対する不正な手順を模式的に説明するための図である。

[図3]距離測定システムの構成概要を説明するための図である。

[図4]距離測定システムにおける送受信機及び携帯端末の機能ブロック図である。

[図5]無線通信可能範囲内外による処理手順の場合分けを説明するための図である。

[図6]無線通信可能範囲内に入ったことが検知された後の、無線通信可能範囲内での処理手順を説明するための図である。

[図7]測距信号の送受その他の繰り返しを模式的に示す図である。

[図8]無線通信可能範囲内における送受信機（親）の処理の詳細なフローチャートである。

[図9]閾値によって定まる、無線通信可能範囲内における機能実行範囲を模式的に示す図である。

[図10]３種類の測距信号を用いる場合に、第一実施形態において不正判定を下す具体例の手順を示す図である。

[図11]距離算出の第一手法を説明するための図である。

[図12]距離算出の第二手法を説明するための図である。

[図13]音波が双方向で送受される場合の、図２の例に対する追加的な不正を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0029] 図３は、本発明の距離測定システム100の構成概要を説明するための図である。距離測定システム100は、送受信機1a及び携帯端末1bを備える。図３では、一例として送受信機1aが自動車C1に設置されているところが概念的に描かれている。当該自動車に設置する場合、距離測定システム100をスマートキーシステムに利用することができる。送受信機1aはまた、自動車以外にも、自転車、オフィスや自宅のドア、パーソナルコンピュータ(PC)その他に設置されてもよい。携帯端末1bには、スマートフォンや携帯電話を利用することができる。

[0030] なお、本発明の説明においては、特に、送受信機1aと携帯端末1bとの間でのやりとりを説明する場合には適宜、送受信機1aを親機であるものとして親1aと略称し、携帯端末1bを子機であるものとして子1bと略称する。

[0031] 本発明においては、特にスマートキーシステムに適用される場合には、親1

aが定位置に固定され、子1bはユーザが携帯して移動する状況を想定しているが、用途によっては逆であっても、あるいは両者が移動してもよい。親子1a,1b間では、無線のやりとりがなされることにより、図３に示すようにその間の距離Eが時系列上で逐次、算出される。親1aは当該算出された距離Eに基づいて所定の機能を実行する。

[0032] 当該距離Eの算出に際して、親子1a,1b間で測距信号が送受される。本発明によれば、当該測距信号を不正に録音・取得して送信する不正端末102の影響を排除しつつ、親子1a,1b間で送受される測距信号を識別したうえで適切に距離Eを算出し、距離Eに基づく所定機能の実行を安全に行うことが可能となる。なお、当該影響排除を行う旨の理解補助のため、図３では不正端末102が描かれているが、距離測定システム100に不正端末102が含まれるわけではない。（後述の図４、図１０等でも同様である。）

[0033] なお、以下、不正端末102の行う不正は、図３にて[ケース1]として示す不正、すなわち、送受信機1aにおいて受信される測距信号を不正に送信すること（図２で説明した不正）であるとして、主として本発明による当該[ケース1]への対策の説明を行う。図３にて[ケース2]として示す不正、すなわち、不正端末102が、携帯端末1bにおいて受信される測距信号を不正に送信すること（図１３で説明した不正）への本発明による対策も可能であるが、これについては付随的に説明する。（具体的には後述する図８のステップS23の説明等において[ケース2]の対策を説明する。）

[0034] 図４は、距離測定システム100を構成している送受信機1a及び携帯端末1bの機能ブロック図である。送受信機1aは、範囲判断部2a、認証部3a、鍵管理部30a、情報送受部40a、測距信号送受部4a、測距信号設定部41a、距離算出部5a、不正判定部51a及び機能実行部6aを備える。携帯端末1bは、範囲判断部2b、認証部3b、鍵管理部30b、情報送受部40b、測距信号送受部4b及びセンサ部7bを備える。

[0035] なお、親子1a,1b間にて、同一名を付与し且つ対応する符号を付している機能ブロック同士（例えば、親1aの範囲判断部2aと、子1bの範囲判断部2b）は

、同一の又は対応する機能を担う。以下、各部の概要を説明する。

[0036] 範囲判断部2a,2bでは、親1a側（範囲判断部2a）より、子1b側（範囲判断部2b）へと定期的にビーコン信号を送信する。子1b側では、当該ビーコン信号を受信した場合には、親1a側へと応答する。

[0037] なお、以下にてさらに各機能部を説明するに際して、親子1a,1b間で同一の又は対応する処理がなされる場合には、上記の範囲判断部2a,2bの説明と同様に、「親1a側」及び「子1b側」などにより、「親1a側の機能部Xa」及び「子1b側の機能部Xb」を表すものとする。ここで、Xに該当するのは2, 3, 30, 4, 40である。

[0038] 認証部3a,3bでは、上記ビーコン信号の送信及び応答により親子1a,1b間が無線通信可能であることが確認された際に、続いて、無線により親子1a,1b間での認証を行う。当該認証を可能とすべく、親子1a,1bではそれぞれ、鍵管理部30a,30bにより、予め自身の鍵情報を設定し管理しておく。

[0039] 情報送受部40a,40bでは、本発明における距離算出処理、不正判定処理、所定機能実行処理その他を実施するのに必要となる情報を、親子1a,1b間にて無線により互いに送受する。特に、親1a側から子1b側へは、子1bに送信する測距信号の情報（構成周波数や送信タイミングなど）を通知し、子1b側から親1a側へは、子1bにおける測距信号の送受時刻を通知するが、実施形態に応じてその他の情報も送受される。

[0040] 測距信号送受部4a,4bでは、上記認証の完了後に、親子1a,1b間にて単方向又は双方向で測距信号の送受を継続的に行うと共に、当該測距信号の送受時刻を記録する。測距信号設定部41aは、当該送受する測距信号の設定（構成周波数や送信タイミングなど）を行う。当該設定は、情報送受部40a,40bを介して子1b側にも共有される。

[0041] なお、測距信号の設定が上記のように共有されていることから、測距信号送受部4a,4bでは、信号を継続的に記録（測距信号が音波であれば録音）し、当該記録の中から、送信タイミングから定まる所定精度での受信時刻範囲内において、構成周波数などによって測距信号を識別して、送受時刻を求める

ことができる。測距信号の送受は単方向又は双方向が可能であるが、以下では基本的には、双方向の場合を前提として説明する。

[0042] また、本発明では特に、各回の測距信号を所定のm種類の中からランダムに決定することで、不正な測距信号が当該m種類の中の実際に使用されたものと一致してしまうことの確率を下げる。

[0043] 距離算出部5aは、測距信号送受部4a,4b間でなされた測距信号の送受時刻に基づいて、親子1a,1b間の距離を算出する。ここで、測距信号が継続して送受され、送受時刻も継続して取得されるので、当該距離も、時系列上で継続的に算出される。なお、当該距離算出の処理は適宜、測距処理とも称する。

[0044] 不正判定部51aは、距離算出部5aの測距処理と連動して、測距信号送受部4aでの送受信号の記録（測距信号が音波であれば、録音）を解析して、当該測距処理のなされた時点の近くにおいて、親1aへと向けた不正端末102による不正測距信号の送信があったか否かを判定する。当該不正があった旨の判定が下された場合には、不正判定部51aは、機能実行部6a及び／又は測距信号設定部41aに、種々の指示を与える。

[0045] 機能実行部6aは、距離算出部5aの算出した距離に基づいて、所定機能を実行する。親1aが自動車に設置されていれば、当該距離が閾値以下となった場合に、自動車のドアのロックを解除し、閾値より大きくなった場合に、自動車のドアをロックしてもよい。さらに別の閾値を併用して同様に、エンジンロックの解除／設定を行ってもよい。

[0046] 機能実行部6aでは上記と同様の閾値判定により、親1aが自転車、オフィスや自宅のドア、パーソナルコンピュータ(PC)その他に設置されている場合も、対応する鍵の解除／施錠を行うことができる。例えばPCの場合であれば、画面ロックの制御を行ってもよい。また、その他の用途の所定機能が実行されてもよい。

[0047] なお、詳しくは後述するように、機能実行部6aでは、距離算出部5aの算出した距離が閾値条件を満たした時点でただちに所定機能を実行するのではなく、当該距離の閾値条件を満たすことが継続することを、所定機能を実行す

るための条件として課す。本発明では、当該条件を課すことで、m種類の測距信号のうち実際に使用されたものと不正な測距信号とが一致し続ける確率が指数関数的に小さくなるので、不正端末102による不正な測距信号の影響を排除することができる。

[0048] 機能実行部6aはまた、上記のような距離算出部5aの算出した距離に基づいた機能実行の他にも、不正判定部51aより不正判定を下した後の指示を受けて、例えばアラームを鳴らすなどの種々の機能を実行する。

[0049] 以上、図４の各部の概要を説明したので、補足事項を説明する。上記各機能部により親子1a,1b間にて信号や情報のやりとりがなされる場合、各種の無線を利用することができる。無線の種類として、音波や超音波、また、Wi-Fi（登録商標）、Bluetooth（登録商標）などの電波などが利用でき、各機能部ではそれぞれ個別の種類の無線を利用してよく、この際、同一種類の無線が利用される機能部があってもよい。また、各機能部では、扱う情報の種類に応じて、別種類の無線を利用してもよい。

[0050] なお、範囲判断部2a,2bにおけるビーコン信号及びその応答と、測距信号送受部4a,4bにおける測距信号の送受に関しては、親子1a,1b間での当該無線信号が直接到達する種類のものである必要がある。その他のやりとりは、親子1a,1b間で無線信号が必ずしも直接に到達する必要はなく、3GやLTE等による基地局経由で、別途の有線／無線ネットワーク上のサーバなどを介するものであってもよい。ただし、測距信号の設定情報等、所定時間内に到達する必要があるものには、直接到達する種類の信号を用いることが好ましい。

[0051] 以下、本発明による処理手順を説明する。

[0052] 本発明における測距処理には、測距信号が親子1a,1b間にて直接到達することが必要である。従って、当該直接到達が可能かをまず識別するために、本発明の処理手順は、親子1a,1bが無線通信可能範囲外にあるか、無線通信可能範囲内にあるか、によって場合分けされて実施される。図５は、当該無線通信可能範囲内外による処理手順の場合分けを説明するための図である。

[0053] 図５では、固定位置にある親1aを中心として無線通信可能範囲R10が示され

ており、子1bが当該範囲R10内に存在する場合に、親子1a,1b間では無線が直接到達することによる通信や測距が可能である。図５では、(2)が範囲R10内に子1bが存在する場合を、(1)及び(3)が範囲R10外に子1bが存在する場合を、それぞれ例として示している。当該区別のもと、各範囲では以下のような手順が実施される。

[0054] （１．無線通信可能範囲外の場合）

無線通信可能範囲外の場合、親子1a,1b間では範囲判断部2a,2bによるビーコンの送受のみが試みられる。こうして、親1aは無線通信可能範囲内に子1bが入ってくるのを待機し、子1bは当該範囲内に入ったかを常時監視する。具体的には、親1aの範囲判断部2aは所定周期にてビーコン信号を送信し、子1bからの応答を待機する。一方、子1bの範囲判断部2bは、ビーコン信号の受信があるかを監視し続け、受信があった場合には応答を行う。

[0055] （２．無線通信可能範囲内の場合）

図６に、上記無線通信範囲外にあった後、無線通信可能範囲内に入ってきた以降の親子1a,1b間での処理手順を示す。ここで、ステップ(S1)～(S4)については、図５の矢印A12のように無線通信可能範囲内に入ってきたことが検出され、認証が実施される手順である。一方、ステップ(S5)にて開始通知した後のステップ(S6)～(S11)が、ブロックBとして囲まれるように繰り返し実施される、無線通信可能範囲内の手順に相当する。

[0056] （２－１．無線通信可能範囲内に入ったことの検出及び認証）

ステップ(S1)では、子1bが範囲R10内に移動してきたことにより、親1aの送信したビーコン信号が子1bで受信される。ステップ(S2)では、子1bは当該ビーコン信号に対して、親1aへと応答信号を送る。こうして、子1bはビーコン信号の受信で範囲R10内に存在することを知り、無線通信可能範囲内の処理へ切り替え可能となる。同じく、親1aも、応答信号の受信により、範囲R10内に子1bが存在することを知り、無線通信可能範囲内の処理への切り替えが可能となる。

[0057] ステップ(S3)では、前述のように認証部3a,3bにより親子1a,1b間にて認証

処理すべく、子1b側より親1a側へと鍵情報を送信し、ステップ(S4)では、当該子1bより受信した鍵情報と親1a自身が保持している鍵情報とを比較して、親1a側が子1bの認証を行う。鍵情報については前述のように鍵管理部30a,30bに予め設定しておく。なお、鍵情報の親子1a,1b間での送受信の態様に関して、例えば子1b側で認証を行う、相互に行うなど、ステップ(S3),(S4)以外の手法で認証が実施されてもよい。

[0058] 当該ステップ(S4)の認証が成功した場合は、ステップ(S5)により親1aから子1bへと測距処理の開始通知を行った後、ステップ(S6)以降の無線通信可能範囲内での処理へと進む。なお、当該ステップ(S4)の認証が失敗した場合には、ステップ(S5)以降での処理へは進まず、上記（１．無線通信可能範囲外の場合）での処理に戻る。

[0059] なお、ステップ(S5)の開始通知の際に、親子1a,1b間で時計合わせを行うようにしてもよい。当該時計合わせは、測距処理（詳細は後述）において必要な精度でなされればよい。

[0060] （２－２．無線通信可能範囲内の処理手順）

ステップ(S6)では、測距信号設定部41aが、測距信号送受部4a,4bで送受する測距信号の設定を行う。ステップ(S7)では当該設定を親1aから子1bへと通知することで、当該設定を親子1a,1b間で共有する。ステップ(S8)では、当該共有された設定に従って、測距信号送受部4a,4bが測距信号を送受し、送受の時刻を記録する。ステップ(S8)ではさらに、子1bが当該記録した送受時刻を親1aへと通知する。

[0061] ステップ(S9)では、距離算出部5aが、測距信号送受部4a,4bで取得した親1a側及び子1b側の双方の送受時刻に基づいて、当該時点における親子1a,1b間の距離を算出する。ステップ(S10)では、不正判定部51aが、当該距離算出の際に、不正の測距信号の受信があったか否かを判定する。

[0062] ステップ(S11)では、当該算出された距離が一定の期間に渡って所定条件を満たした場合に、機能実行部6aが所定機能（スマートキーシステムであれば、ロック解除など）を実行する。ステップ(S11)ではまた、直前のステップ(S

10)にて不正判定が下された場合には、機能実行部6aが不正に対処するための所定機能を実行する。

[0063] 以上、ステップ(S6)～(S11)は、ブロックBとして囲まれるように、繰り返し実行される。この際、ステップ(S8)での測距信号の送受処理の各回i(i=1, 2, 3, ...)の間隔T(i)に従って、当該ブロックBも間隔T(i)を置いて繰り返し実行される。図７は、当該測距信号の送受その他の繰り返しを模式的に示す図であり、ここでは、測距信号が親子1a,1b間の双方向で送受される場合の例を示している。（後述のように、測距信号は親子1a,1b間の単方向で送受するようにしてもよい。）

[0064] 図７に示すように、間隔T(i)は、親1aがi回目に送信する時刻$T_{i[送信]}$とi+1回目に送信する時刻$T_{i+1[送信]}$との間隔として、与えることができる。繰り返しi回目におけるステップ(S8)の測距信号の送受処理は、双方向の送受の場合、図示するように、当該親1aによる時刻$T_{i[送信]}$における測距信号の送信と、当該送信に対する子1bによる時刻$T_{i[受信]}$における受信と、子1bによる時刻$t_{i[送信]}$における測距信号の送信と、当該送信に対する親1aによる時刻$t_{i[受信]}$における受信と、からなる。なお、単方向の送受の場合は、当該図示しているうちの片方のみの処理がなされる。

[0065] そして、図示するように、親1aにおけるi回目の受信時刻$t_{i[受信]}$と、i+1回目の送信時刻$T_{i+1[送信]}$と、の間の期間において、ブロックBの繰り返しi回目におけるステップ(S9),(S10),(S11)が時点P1にて実行され、また、ブロックBの繰り返しi+1回目におけるステップ(S6),(S7)が時点P2にて実行される。時点P1, P2は同時でもよい。

[0066] 従って、当該間隔T(i)は、測距信号送受部4a,4bによる測距信号の送受信の間隔であり、距離算出部5aによる測距処理及び不正判定部51aによる不正判定処理の間隔であり、また、機能実行部6aが機能実行するか否かの判定の間隔でもある。なお、当該間隔T(i)は、ステップ(S7)にて子1b側へと通知されることにより、親子1a,1b間でタイミングを揃えて連携した処理が可能となる。

[0067] （３．無線通信可能範囲内から無線通信可能範囲外へ移動した場合の判断

)

無線通信可能範囲内においては、以上の図６のブロックBの処理が繰り返されるが、当該繰り返しているうちに、子端末1bの移動により図５の矢印A23に示すように、無線通信可能範囲外に移動する場合もある。この場合、次のようにすればよい。

[0068] すなわち、図６のステップ(S8)において、親1a側及び子1b側のそれぞれにおいて、相手側から送信されるはずの測距信号が受信されないことが所定回数又は所定期間以上続いた場合に、当該親子1a,1bの両者は、無線通信可能範囲外になったものと判断し、上記（１．無線通信可能範囲外の場合）の処理に移行すればよい。なお、当該判断は、親1a側及び子1b側においてそれぞれ独立に行ってよい。

[0069] 図８は、無線通信可能範囲内における、親1aの処理の詳細なフローチャートである。図８を参照して、図６にてブロックBとして示した繰り返し処理を詳細に説明する。

[0070] ステップS21は、図６のステップ(S4),(S5)に相当する。すなわち、ステップS21では認証を行い、認証に成功した場合にさらに測距開始通知を行ってから、ステップS22へと進む。なお、認証が成功しない場合は、成功するまではステップS22へは進まない。

[0071] ステップS22では、カウンタjを初期値0に設定して、ステップS23へと進む。当該カウンタjは、図７で説明した間隔T(i)で繰り返される測距処理による距離が、連続して所定閾値以下となる回数を数えるためのものである。図９に示すように、当該所定閾値によって、親1aを中心とした無線通信可能範囲R10内における機能実行範囲R11が定義される。

[0072] なお、本発明では特に、当該カウンタj及び図８の後述する各ステップにより、子1bが所定回数（n回）連続して機能実行範囲R11内に存在すると判定された場合に初めて、機能実行部6aが車のロック解除等の所定機能を実行することで、不正な測距信号によって所定機能が実行されることを排除する。ここで、不正端末102の不正な測距信号によって、n回連続で範囲R11内に存在す

ると判定されることは、確率的に極めて小さいことから、排除が可能となる。当該確率は、$(1/m)^n$である。mについてはステップS23で説明する。

[0073] これに対して、特許文献２では、機能実行範囲R11内に存在すると1回だけ判定された時点で直ちに所定機能が実行されるため、不正な測距信号を偶然１回だけ所定タイミングで受信すると、不正にロック解除等が実施されてしまう。

[0074] ステップS23は、図６のステップ(S6),(S7)に相当し、測距信号設定部41aが測距信号を決定すると共に、子1b側へと当該決定した測距信号の情報を通知した後、ステップS24へ進む。具体的には、子1b側より親1a側へと送信する測距信号について、所定数m種類のものを定めておき、当該m種類の中からランダムに当該i回目（図７で説明した繰り返しにおけるi回目）に利用する測距信号を決定して、通知する。

[0075] 測距信号は所定時間継続するパルス状のものとして構成する。測距信号に音波を用いる場合であれば、その周波数（18kHz, 19kHzなど）、周波数変化（低周波から高周波への変化、あるいはその逆の変化など）、信号長（前記所定時間継続する長さ）等の組み合わせにより互いを識別可能として、所定のm種類を用意しておけばよい。測距信号に電波を用いる場合も同様である。

[0076] なお、親1a自身が子1bへと送信する測距信号は、上記子1bが送信するm種類の中からランダムに選択したのと同様のものとしてもよいし、当該m種類とは独立に、常に同種類のものを利用するようにしてもよい。あるいは、親1aが子1bに送信する測距信号も、子1bの送信するのと同様に、M種類のものからランダムに決定するようにしてもよい。当該M種類は、子1b用に設定したm種類とは独立に設定してよい。なお、親1bの送信する測距信号もM種類用意すれば、不正端末102では測距信号の不正解析がより困難となる点で好ましい。

[0077] ステップS23では、上記親1a自身が子1bへと送信する測距信号の情報も子1b側へと通知することで、子1b側において当該測距信号を識別して受信時刻の算出を可能とさせる。ステップS23ではまた、図７で説明した間隔T(i)の情報も、子1b側へと通知し、子1b側において測距信号の送受が予想される所定時

刻範囲内において、測距信号の識別を可能とさせる。

[0078] ここで特に上記のように、親1a自身が子1bへと送信する測距信号の情報を、上記のm種類またはM種類からランダムに選択したうえで、子1b側へ予め通知しておくようにすれば、図３で説明した[ケース2]の不正が成功してしまう確率を下げることができる。当該確率が下がる理由は、子1b側においては、当該m種類又はM種類の中から選択された1種類の測距信号を識別してその受信時刻を求めればよく、不正信号が当該ランダムに選択された種類以外で構成されていれば、子1bにおける識別対象から除外され、受信時刻が狂わされることはなく、不正は失敗するからである。また、間隔T(i)の情報も子1b側において利用すれば、[ケース2]の不正が成功する確率はさらに下がる。

[0079] ステップS24は、図６のステップ(S9),(S10)に相当し、測距信号送受部4a,4bの測距信号の送受時間に基づいて距離算出部5aが親子1a,1b間の距離を算出する測距処理を行うと共に、不正判定部51aが、不正送信された測距信号の有無を判定する。

[0080] ここで、距離算出部5aの測距処理については、子1b側にステップS23でランダムに決定して通知した測距信号を子1bが送信していることを前提に、当該子1bにより送信された測距信号を親1a側で想定される時間帯に受信することで、正しい測距処理が行われることを前提としている。当該測距処理が実は不正な測距信号に基づくものであった場合もありうるが、そのような場合の影響は、不正判定部51a及び図８のフローにおけるカウンタjの利用（前述のn回連続で不正が成立する確率$(1/m)^n$の実現困難性）によって、排除される。

[0081] なお、測距処理そのものについては、周知の技術を利用することができ、その詳細は後述することとし、ここでは不正検出に関連する部分を説明する。

[0082] 不正判定部51aは、種々の実施形態により、不正の測距信号の存在を判定する。以下、第一実施形態～第三実施形態としてこれらを説明する。当該第一実施形態～第三実施形態は、３つのうちいずれかのみを用いてもよいし、３つ全てまたは２つを実施して、少なくとも１つにおいて不正判定が下される

ことを確認してもよい。

[0083] 第一実施形態では、当該i回目（図７で説明した繰り返しにおけるi回目）に本来は受信するはずのない種類の測距信号の受信を確認した場合に、不正測距信号が存在すると判定する。すなわち、当該i回目にはステップS23において、m種類の測距信号のうち第一種類のものを子1bに送信させるよう設定したにもかかわらず、m種類のうち、第一種類とは異なる第二種類の測距信号の受信が確認された場合に、不正判定を下す。当該受信を確認する範囲は、図７で説明した間隔T(i)の範囲でよい。

[0084] 図１０は、m=3種類の測距信号{A, B, C}を用いる場合に、当該第一実施形態で不正判定を下す具体例の手順（ステップS41～S56）である。なお、図７で説明した繰り返しのi回目における図８のステップS23,S24の例が、図１０のステップS41～S45, S48であり、繰り返しのi+1回目における図８のステップS23,S24の例が、図１０のステップS49～S51, S53～S56である。

[0085] ステップS41にて、親1aは、子1bに測距信号A, B, Cのうち、当該i回目にはAを使用させる旨をランダムに決定し、ステップS42で当該決定を通知し、子1bはステップS43にて当該通知を受け取る。子1bは当該通知に従い、ステップS44にて測距信号Aを送信し、親1bは当該測距信号Aをステップ S45にて受信する。

[0086] しかしここで、当該測距信号Aは、ステップS46にて不正端末102に記録され、ステップS47にて記録を解析して、測距信号Aを不正に抽出し、取得されてしまう。

[0087] 親1aはステップS48にて、当該i回目の測距処理を行うと共に、i回目の不正判定を試みる。i回目は測距信号Aを適切な時間帯に受信しているのみであるので、不正はない旨の判定が下される。

[0088] ステップS49にて、親1aは、i+1回目の測距信号として、A,B,Cの中からBを使用すべき旨をランダムに決定し、ステップS50にて子1bに通知し、ステップS51で子1bは当該通知を受信する。

[0089] 一方、測距信号Aを不正取得した不正端末102は、ステップS52にて当該測距

信号Aを不正に送信し、親1aはステップS53にて当該不正送信された測距信号Aを受信する。

[0090] また、子1bはステップS51の通知に従い、ステップS54にて測距信号Bを送信し、親1bはステップS55にて当該測距信号Bを受信する。

[0091] 親1aはステップS56にて、当該i+1回目の測距処理をステップS55にて受信した測距信号Bの受信時刻に基づいて実施すると共に、当該i+1回目に不正があったかを判定する。当該i+1回目については、ステップS53において、指定した測距信号Bとは異なる測距信号Aの受信があったことから、不正があったものとして判定する。

[0092] 以上、第一実施形態では、予め設定したm種類の測距信号から、当該i回目に子1bに指定した種類以外のものの受信を確認することによって、不正を判定する。図１０の例より明らかなように特に、m種類をランダムに決定するので、不正端末102は仮にm種類の全てを不正取得できたとしても、当該i回目で実際に使用するものに的中する確率は1/mである。

[0093] 当該m種類の中から偶然に的中することもありうるが、そのような場合でも、次の第二又は第三実施形態により、時間軸上の観点から不正を判定することが可能である。また、当該図８のフローにおけるカウンタjによっても、不正の影響排除が可能である。

[0094] 第二実施形態では、当該i回目の測距処理の結果（距離E(i)）が、直前のi-1回目の測距処理の結果（距離E(i-1)）から大きく変化している場合に、不正があったものと判定する。当該判定される場合は、不正端末102において偶然によって、m種類の測距信号のうち当該i回目に使用すべきものと同種類のものが送信された場合であるが、本来の子1bが送信したものではないので、不自然な距離が得られる可能性が高いことを利用して、不正を判定している。当該判定は、距離E(i)と距離E(i-1)との差（絶対値）に対する所定の閾値判定によって下すことができる。閾値の設定は、定数として設定しておく他にも、以下のようなものが可能である。

[0095] 一例では、子1bに想定される最大移動速度をv_{max}として用意しておくと、図

７にて説明した測距処理の間隔T(i)の間に進む最大距離がv_{max}*T(i)であるので、当該最大距離を閾値として利用してよい。また一例では、子1bの備えるセンサ部7bにおいて加速度センサ等により移動速度v（平均値でよい）を算出し、v*T(i)＋αを閾値としてもよい。なおここで、αはマージンをもって閾値を設定するための正定数である。

[0096] なお、以上の第二実施形態では、不自然な距離変化によって不正を判定している。ここで、不自然な距離変化は、図３で説明した[ケース2]の不正によって子1b側の受信時刻が狂わされた場合にも発生する。従って、第二実施形態によれば、[ケース2]の不正による影響の排除も可能である。

[0097] 第三実施形態では、測距信号の送受時刻の異常に基づいて、不正を判定してもよい。第三実施形態は、測距信号が単方向ではなく、双方向に送受されることを前提とする。不正が存在しない場合は、双方向の測距信号の伝搬時間は概ね等しい。すなわち、図７のi回目の送受における各時刻で説明すると、親1aから子1bへの伝搬時間T_{ab}と、その逆の子1bから親1aへの伝搬時間T_{ba}とは、それぞれ以下の通りである。

$$T_{ab}=T_{i[受信]}-T_{i[送信]}$$

$$T_{ba}=t_{i[受信]}-t_{i[送信]}$$

[0098] 従って、上記T_{ab}とT_{ba}との差の絶対値が、所定の閾値を超える場合が異常であり、不正な測距信号の送信があったものと判定してよい。当該第三実施形態も第二実施形態と同様に、図３で説明した[ケース2]の不正による影響も排除することができる効果を有している。

[0099] 図８に戻り、以上のステップS24における測距処理及び不正判定を終え、ステップS25に進むと、ステップS24にて不正判定が下されたか否かによって場合分けが行われ、不正判定が下された場合にはステップS26へと進み、下されなかった場合にはステップS27へと進む。

[0100] ステップS26では、不正判定部51aの指示のもと、機能実行部6aが、不正対処のための処理を行った後、ステップS27へと進む。当該対処の処理の内容は、以下(1)～(5)に掲げる中から所望の組み合わせを予め選んで設定しておく

ことができる。

[0101] (1)子1bへと（電子メール等で）不正アクセスを検知した旨を通知する。

(2)一定期間、ドアロック解除などの所定機能の実行を禁止する。

(3)一定期間、ドアロック解除などの所定機能の実行の判定が下された場合はさらに、子1b（及び／又は送受信機1a）へと（電子メール等で）、実際に当該所定機能を実行してよいかの許可を得るようにする。

(4)車両C1等に設置されている親1aにおいて、アラームを発して、周囲に警告する。アラームは音声及び／又は光として構成してよい。

(5)不正検出した種類の測距信号は、一定期間に渡ってステップS23での選択候補から除外することで、利用しないようにする。

[0102] なお、上記(5)の変形として、次のようにしてもよい。すなわち、子1bで使用させる測距信号のm種類の組み合わせ自体を、複数セットで用意しておき、不正検出がなされた場合は、次の回の測距処理からは利用するセットを切り替えるようにしてもよい。例えば、m_1種類からなるセットS_1と、m_2種類からなるセットS_2と、m_3種類からなるセットS_3と、を用意しておき、不正検出がなされる都度、$S_1 \rightarrow S_2$，$S_2 \rightarrow S_3$，$S_3 \rightarrow S_1$等のように切り替えてもよい。なお、例えばセットS_2が利用されている場合に、これとは異なるセットS_1の測距信号が検出されたとしても、不正とは判定しないようにしてよい。

[0103] ステップS27では、ステップS24における測距処理の結果が、図９の機能実行範囲R11を定義する所定の閾値以下であったか否かによって場合分けを行い、閾値以下であった場合にはステップS28へと進む。閾値以下ではなかった場合にはステップS22へと戻り、図７で説明した次のi回目(i+1回目)を対象として処理を継続する。ステップS28では、カウンタjの値を1だけ増分してから、ステップS29へと進む。

[0104] ステップS29では、カウンタjが所定値nに達したか否かが判定され、達していればステップS30へと進み、達していなければ、ステップS23へと戻り、図７で説明した次のi回目(i+1回目)を対象として処理を継続する。

[0105] ステップS30では、機能実行部6aが所定機能を実行してから、当該フローは

終了する。スマートキーシステムであれば、所定機能として例えば、ドアロックの解除を実行する。

[0106] 次に、距離算出部5aによる距離算出の各例（第一手法及び第二手法）を、対応する測距信号送受部4a,4bの送受処理と共に説明する。図１１は、測距信号の送受が単方向となる第一手法を説明するための図であり、図１２は、測距信号の送受が双方向となる第二手法を説明するための図である。なお、図１１，図１２はそれぞれ、図６にてブロックBとして繰り返される部分のうち、主としてステップ(S8),(S9)等に関連する部分を抜粋したものに相当し、共にパルス状の測距信号を送受している。

[0107] 第一手法は、図１１ステップ(T0)として示すように、親子1a,1b間での時刻同期が予め実施されていることを前提とする。こうして、両者における時計を合わせたうえで、ステップ(T1)に示すように、子1b側より親1a側へとパルス状の測距信号を送信する。この際、[B1]として示すように、子1b側では、送信時刻tb1を取得する。一方、[A1]として示すように、親1a側では、受信時刻ta1を取得する。さらに、ステップ(T1-1)として示すように、子1b側は、取得した送信時刻tb1を、親1a側へと通知する。

[0108] こうして、親1a側では、ステップ(T1-2)として示すように、自身が取得した受信時刻ta1と、子1b側での送信時刻tb1との差に、予め既知の測距信号の速度を乗ずることにより、親子1a,1b間の距離を算出する。以上がブロックT10として示すような1回分の処理であり、2回目以降も、ブロックT20として示すように、同様の処理を継続する。

[0109] なお、当該第一手法において時刻同期は、GPS(全地球測位システム；Global Positioning System)信号などを利用することで可能である。時刻同期の要求精度は、距離算出の要求精度と測距信号の無線の種類に依存する。例えば、距離算出の要求精度が50cmの場合、電波の時刻同期の要求精度は1.67ns、音波/超音波の時刻同期の要求精度は0.15ms程度となる。

[0110] なお、第一手法では、親1aを測距信号の送信側、子1bを受信側としてもよい。

[0111] 一方、図１２に示す第二手法は、第一手法と異なり、時刻同期を必要としない手法である。第二手法では、インターネットで広く使われているNTP(Network Time Protocol)と同様の方法を利用する。

[0112] 具体的には、親子1a,1bがそれぞれ測距信号を送信し、お互いが自身の送信信号の送信時刻と、相手の送信信号の受信時刻を測定する。子1bの送信時刻、受信時刻をTm_s、Tm_rとする。親1aの送信時刻、受信時刻をTc_s、Tc_rとする。また、親子1a,1b間での時計の誤差をΔtとする。NTPと同様に、伝搬時間P_Tは次式で計算される。従って、時刻のずれΔtの影響を受けず、伝搬時間を計算できる。

$$P_T = ((Tm_r - (Tc_s + \Delta t)) + ((Tc_r + \Delta t) - Tm_s)) / 2$$

$$= ((Tm_r - Tm_s) + (Tc_r - Tc_s))/2$$

[0113] なお、図１２は上記式の各時刻を概念的に説明するものであり、(1)では時間軸上の観点から、(2)では送受デバイス上の観点から、各時刻を示している。(2)では、親1a,子1bの測距信号の送信部（音波であれば、スピーカ）がそれぞれ1aS,1bSであり、親1a,子1bの測距信号の受信部（音波であれば、マイク）がそれぞれ1aM,1bMである。例えば、Tm_sは1bSの送信を1bMが受信した時刻であり、Tm_rは、1aSの送信を1bMが受信した時刻である。

[0114] なお、上記第二手法では、親1a側からの測距信号の送信を受信した子1bが、当該受信をトリガとしてただちに親1a側へ向けて測距信号を送信するようにしておけば、図７で説明した間隔T(i)は親1a側のみで管理しておき、子1b側へ通知する必要はなくなる。図３の[ケース2]の不正を防ぐ観点からは、当該間隔T(i)を子1b側へと通知することが好ましい。

[0115] 以下、本発明における補足事項を説明する。

[0116] （１）図４では、測距信号設定部41a、距離算出部5a、不正判定部51a及び機能実行部6aは、親1a側に備わる構成を示したが、これらのうちの一部または全部が、子1b側に備わっていてもよい。この場合、親子1a,1b間で必要な情報を、情報送受部40a,40bを介してやりとりすればよい。測距信号設定部41aは、親1a及び子1bの双方に備わっており、測距信号が双方向に送受される場

合は、それぞれがその片方のいずれかの測距信号の構成周波数などを決定するようにしてもよい。単方向で送受される場合は、いずれか片方で測距信号の構成周波数などを決定すればよい。図７で説明した間隔T(i)については、いずれか片方のみで設定してもよい。

[0117] （２）測距信号の多数のm種類用意する手法として、測距信号をビット列と同様の情報を伝達可能なように周知手法によって構成して、送受の各回につき、ランダムにビット列を生成するようにしてもよい。

[0118] （３）図７で説明した間隔T(i)の決定について、一定値としてもよいし、所定範囲内でランダムに決定してもよい。一定値とする場合、図８のカウンタjの値がゼロの間には第一の値とし、カウンタが1以上になった場合には、第一の値より小さい第二の値とするようにしてもよい。こうして、カウンタjが増加中で、機能実行判定を下す間近であると判断される間には、判断頻度を増加させ、速やかに機能実行判定が下されるようにすることができる。

[0119] （４）図８のフローでは、測距結果において、n回連続して閾値以下であり、機能実行範囲R11内に存在すると判定されることが、所定機能（ロック解除など）の実行条件として課されていたが、当該条件を緩和してもよい。すなわち、過去のn回の判定結果において、一定割合以上で測距結果が閾値以下であり、機能実行範囲R11内に存在すると判定されて時点で、所定機能を実行するようにしてもよい。

[0120] 当該条件を緩和することにより、不正な測距信号ではなく、ノイズなどによって閾値以下の測距結果が得られないことがあったような場合であっても、安定して所定機能を実行させることができる。

[0121] （５）前述のように、各機能部により親子1a,1b間にて信号や情報のやりとりがなされる場合、各種の無線を利用することができるが、一例では、測距信号に音波を、それ以外には電波を利用してもよい。

[0122] こうして、例えば、通信速度が高速なWi-Fi(登録商標)を制御信号(親子1a,1b間での測距信号以外の信号)の送受信に使用することで鍵情報その他の高速な送受信を、伝搬速度が遅い音波を測距信号の送受信に使用することで高精

度な距離測定をそれぞれ図ることができる。

符号の説明

[0123] 100…距離測定システム、1a…送受信機、1b…携帯端末、4a,4b…測距信号送受部、5a…距離算出部、51a…不正判定部、6a…機能実行部

請求の範囲

[請求項1] 携帯端末及び送受信機を備え、当該両者の間の距離を測定し、当該距離に基づいて所定機能を実行する距離測定システムであって、当該両者が、

測距信号を継続的に送受すると共に、その送受時刻を求める測距信号送受部を含み、

前記携帯端末又は送受信機は、前記測距信号の送受時刻に基づいて、当該両者の間の距離を算出する距離算出部を含み、

前記携帯端末又は送受信機は、前記算出された距離に基づいて、所定機能を実行する機能実行部を含み、

前記携帯端末及び送受信機の間では、前記送受する測距信号について、送受の各回において複数種類の信号から選択したものを利用し、

前記機能実行部は、前記選択された測距信号を受信すること及び前記算出された距離が所定閾値以下であることが、所定条件を満たして継続したと判定される場合に、前記所定機能を実行することを特徴とする距離測定システム。

[請求項2] 前記機能実行部は、前記所定条件を満たして継続したとの判定を、前記選択された測距信号を受信すること及び前記算出された距離が所定閾値以下であることが、所定回数連続したことによって、又は、過去の所定回数において所定割合を超えたことによって、判定することを特徴とする請求項１に記載の距離測定システム。

[請求項3] 前記携帯端末又は送受信機がさらに、前記携帯端末又は送受信機以外により不正送信された測距信号の存在を判定する不正判定部を含むことを特徴とする請求項１または２に記載の距離測定システム。

[請求項4] 前記不正判定部は、前記算出された距離が所定値以上変動した際に、前記不正送信された測距信号の存在を判定することを特徴とする請求項３に記載の距離測定システム。

[請求項5] 前記不正判定部は、前記選択された測距信号以外の種類の測距信号

の受信があった際に、前記不正送信された測距信号の存在を判定することを特徴とする請求項３に記載の距離測定システム。

[請求項6] 前記不正判定部にて前記不正送信された測距信号の存在が判定された場合に、

前記所定機能の実行を所定期間に渡って禁止する、

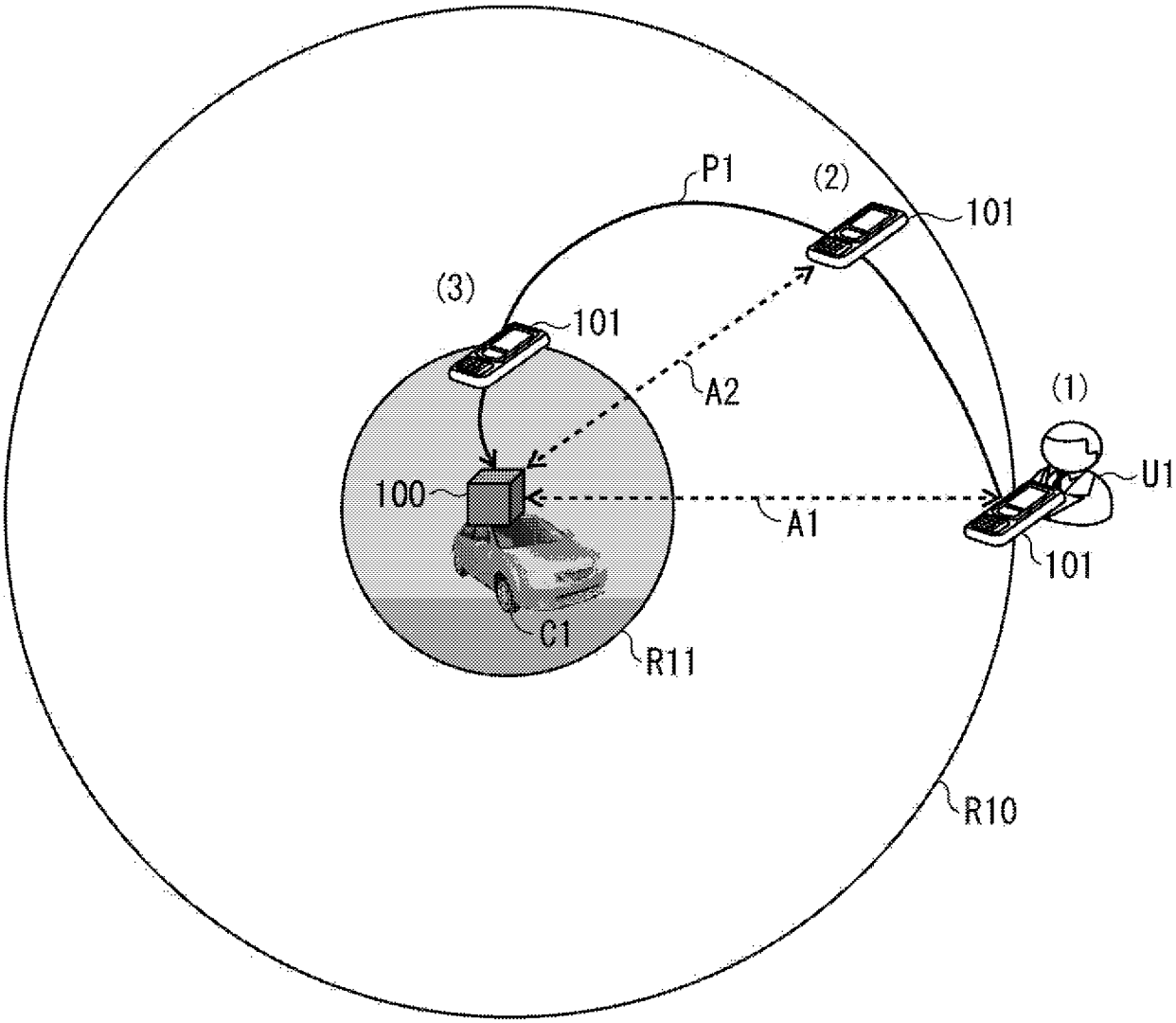
前記携帯端末又は送受信機に対して当該判定された旨を通知する、

前記不正送信が判定された種類の測距信号を所定期間に渡って前記送受の際の選択対象から除外する、または、

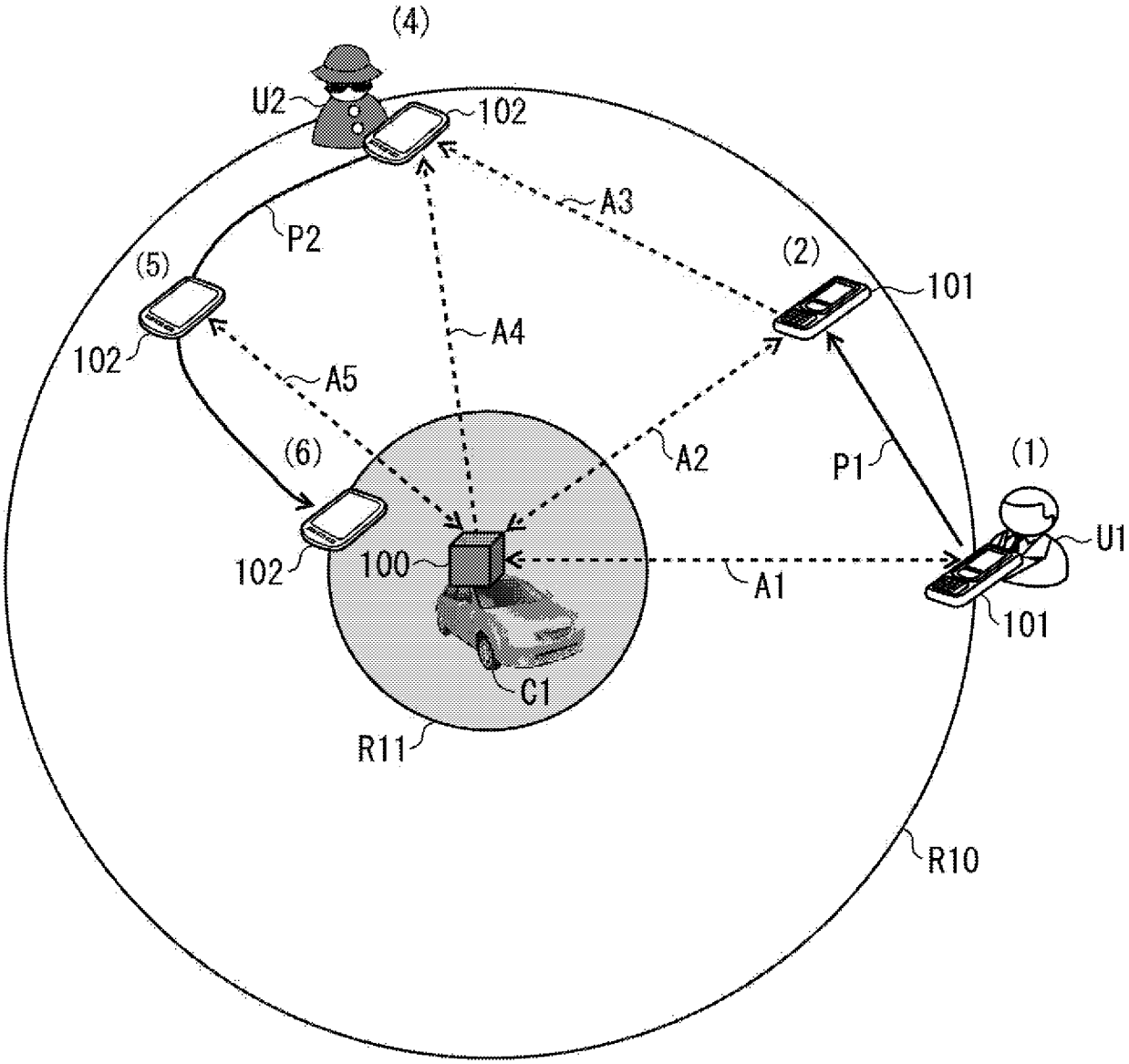
前記携帯端末又は送受信機においてアラームを発する、ことを特徴とする請求項３ないし５のいずれかに記載の距離測定システム。

[請求項7] 前記測距信号が音波であることを特徴とする請求項１ないし６のいずれかに記載の距離測定システム。

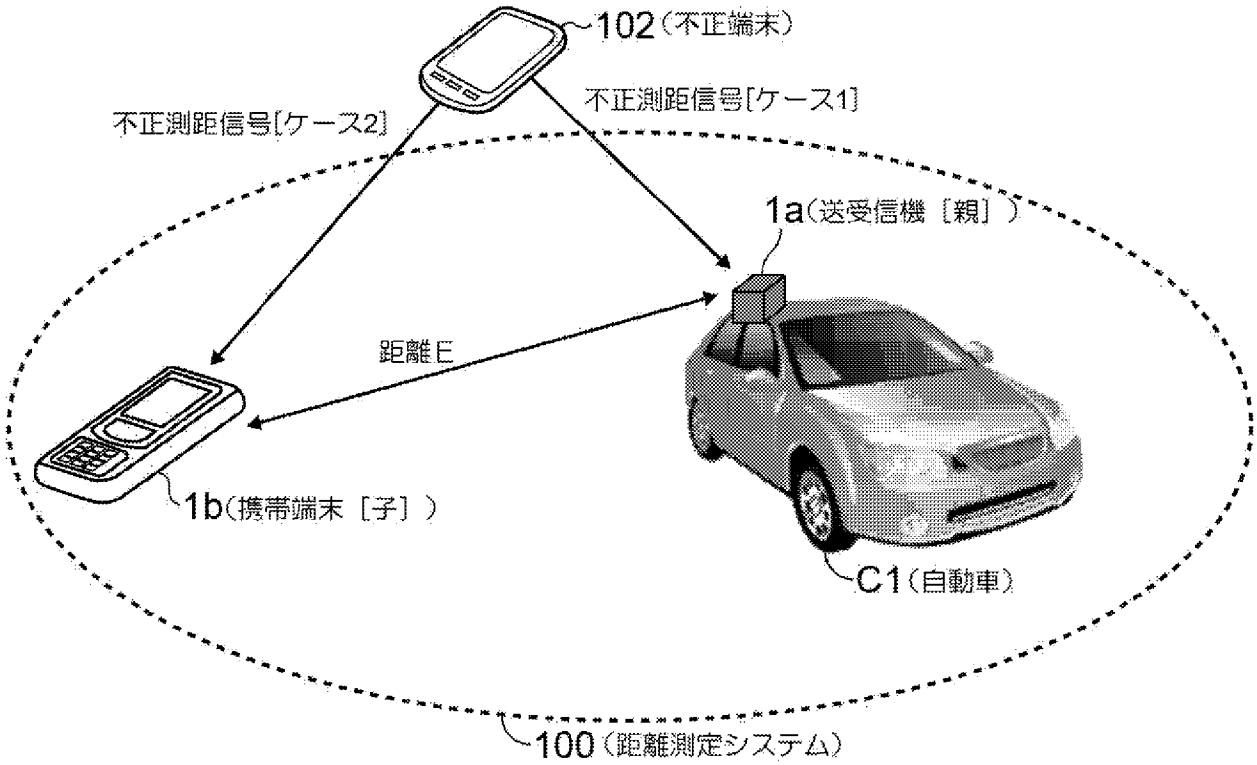
[図1]



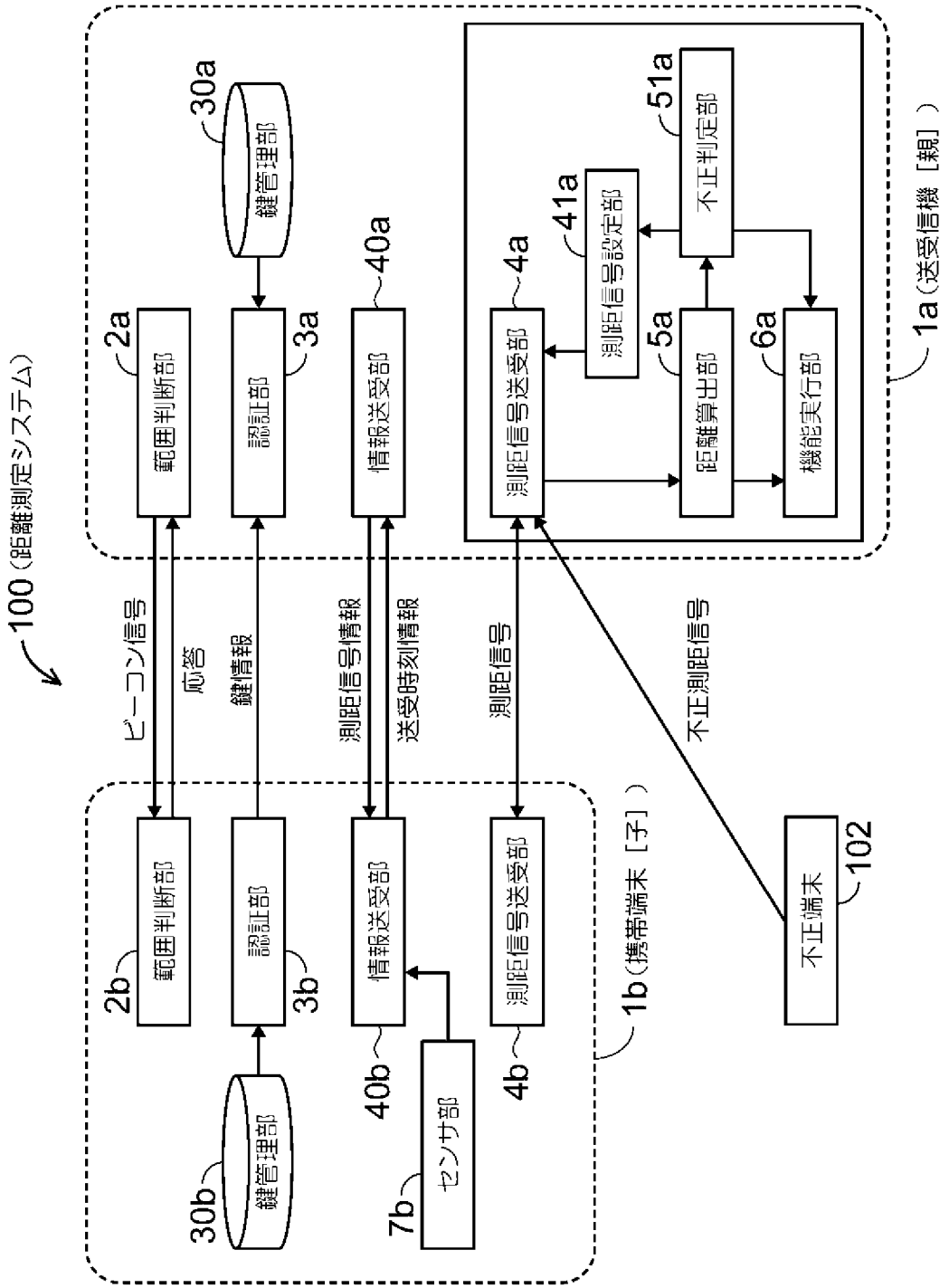
[図2]



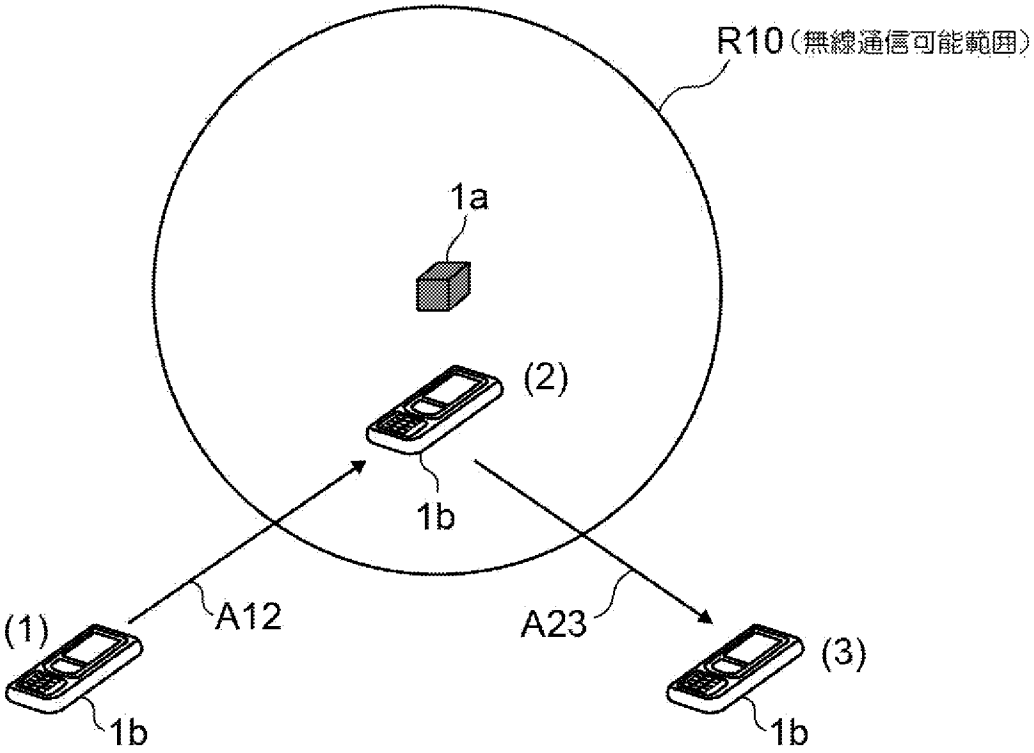
[図3]


102（不正端末）
不正測距信号[ケース2]
不正測距信号[ケース1]
1a（送受信機［親］）
距離E
1b（携帯端末［子］）
C1（自動車）
100（距離測定システム）

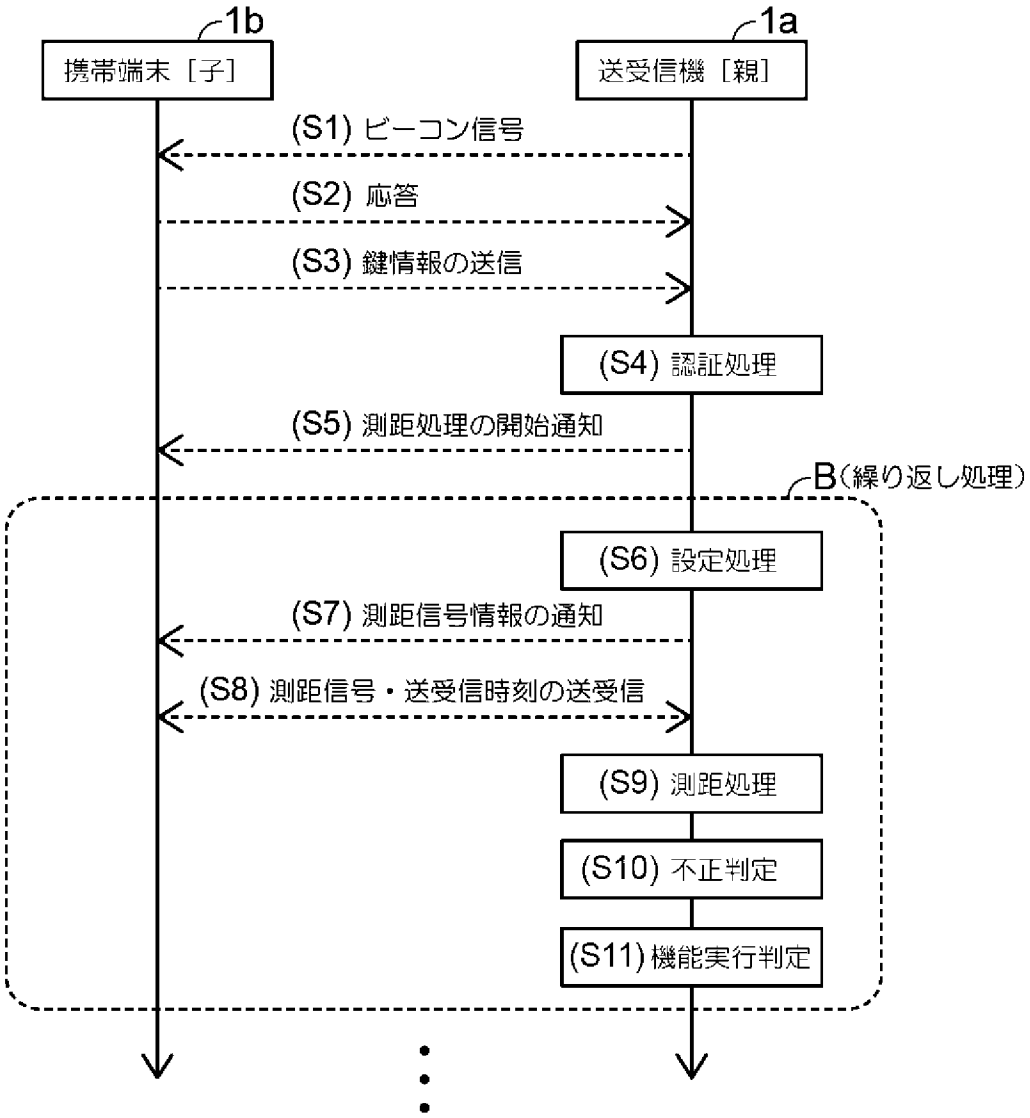
[図4]


100（距離測定システム）
1a（送受信機［親］）
1b（携帯端末［子］）
2a
範囲判断部
3a
認証部
30a
鍵管理部
40a
情報送受部
4a
測距信号送受部
41a
測距信号設定部
51a
不正判定部
5a
距離算出部
6a
機能実行部
2b
範囲判断部
3b
認証部
30b
鍵管理部
40b
情報送受部
7b
センサ部
4b
測距信号送受部
102
不正端末
ビーコン信号
応答
鍵情報
測距信号情報
送受時刻情報
測距信号
不正測距信号

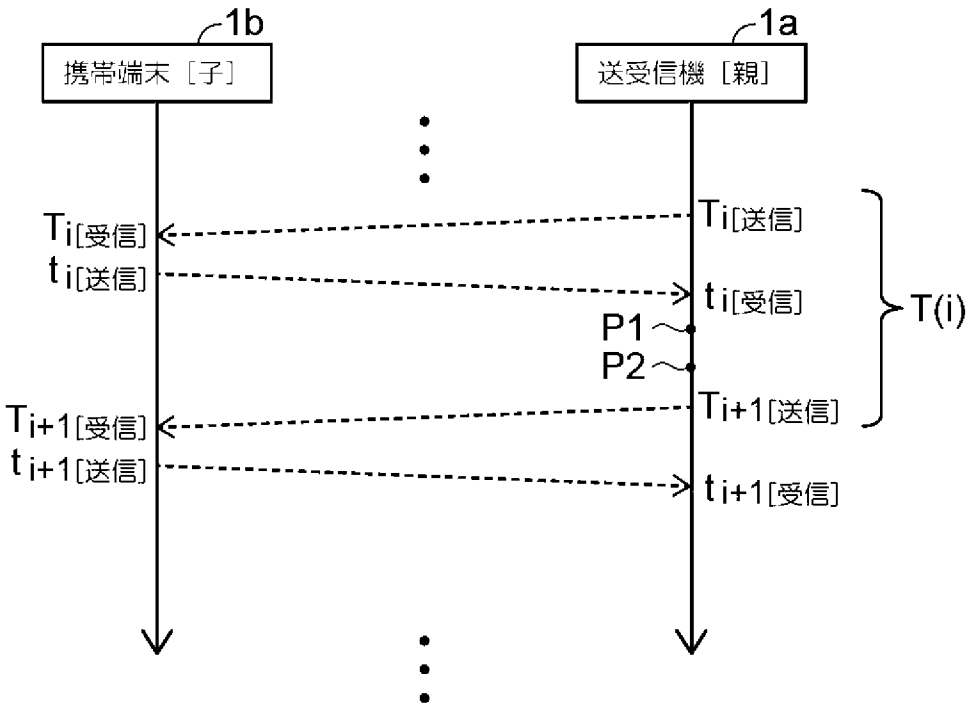
[図5]


R10（無線通信可能範囲）
1a
(2)
1b
(1)
A12
A23
(3)
1b
1b

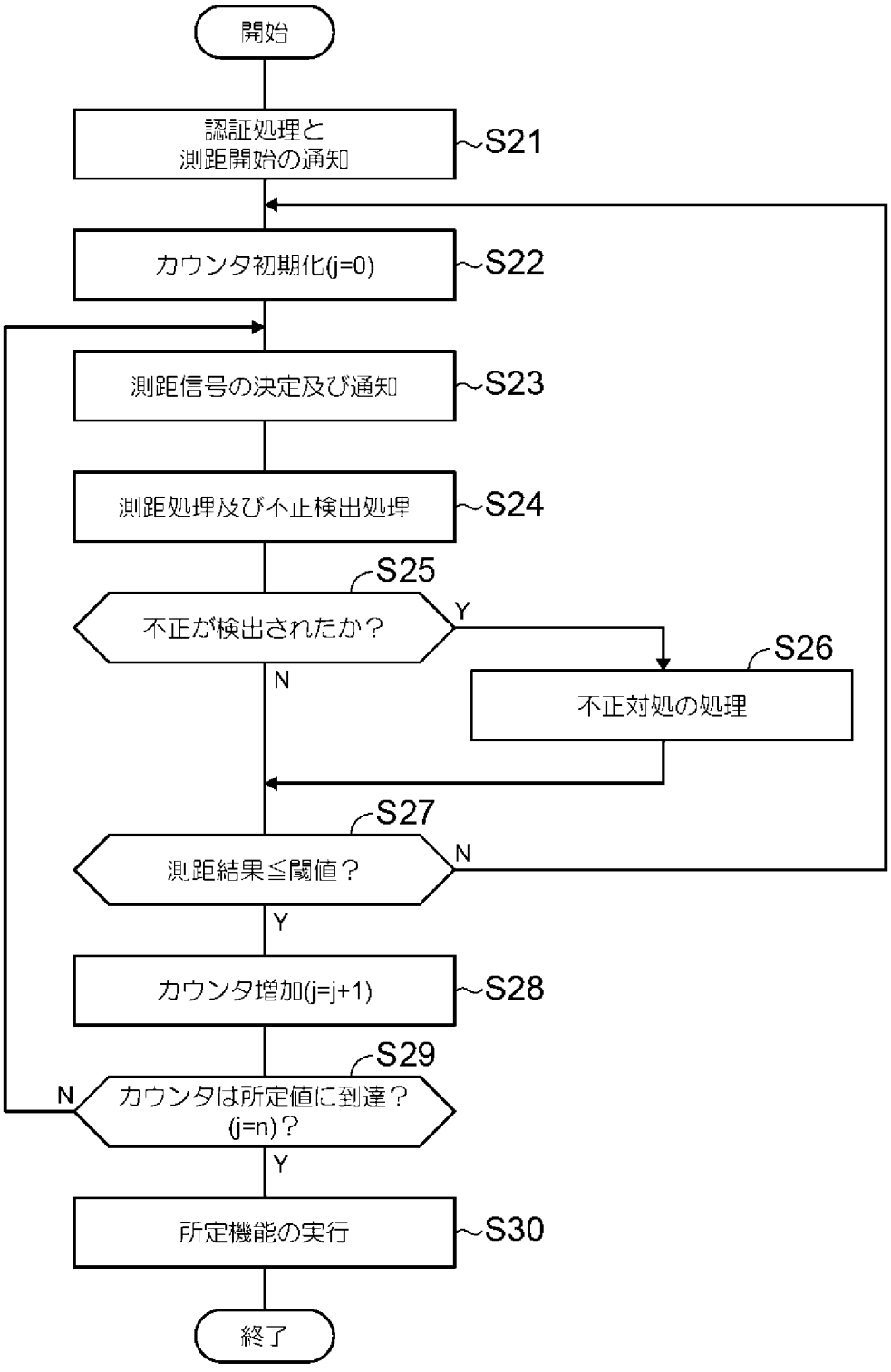
[図6]


1b
携帯端末［子］
1a
送受信機［親］
(S1) ビーコン信号
(S2) 応答
(S3) 鍵情報の送信
(S4) 認証処理
(S5) 測距処理の開始通知
B（繰り返し処理）
(S6) 設定処理
(S7) 測距信号情報の通知
(S8) 測距信号・送受信時刻の送受信
(S9) 測距処理
(S10) 不正判定
(S11) 機能実行判定

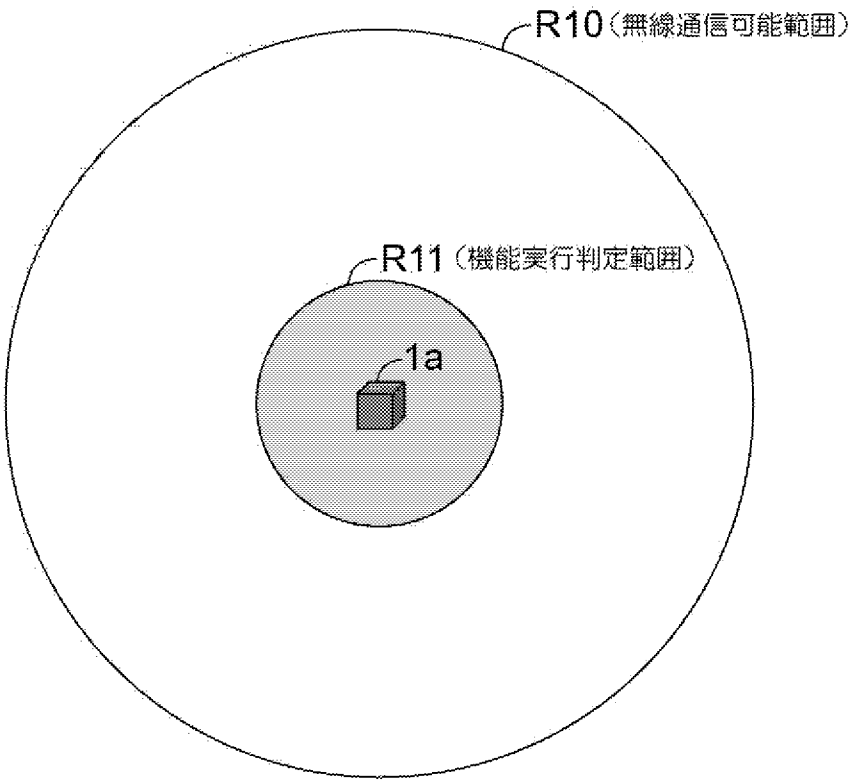
[図7]


1b
携帯端末［子］
1a
送受信機［親］
Ti[受信]
ti[送信]
Ti[送信]
ti[受信]
P1
P2
T(i)
Ti+1[受信]
ti+1[送信]
Ti+1[送信]
ti+1[受信]

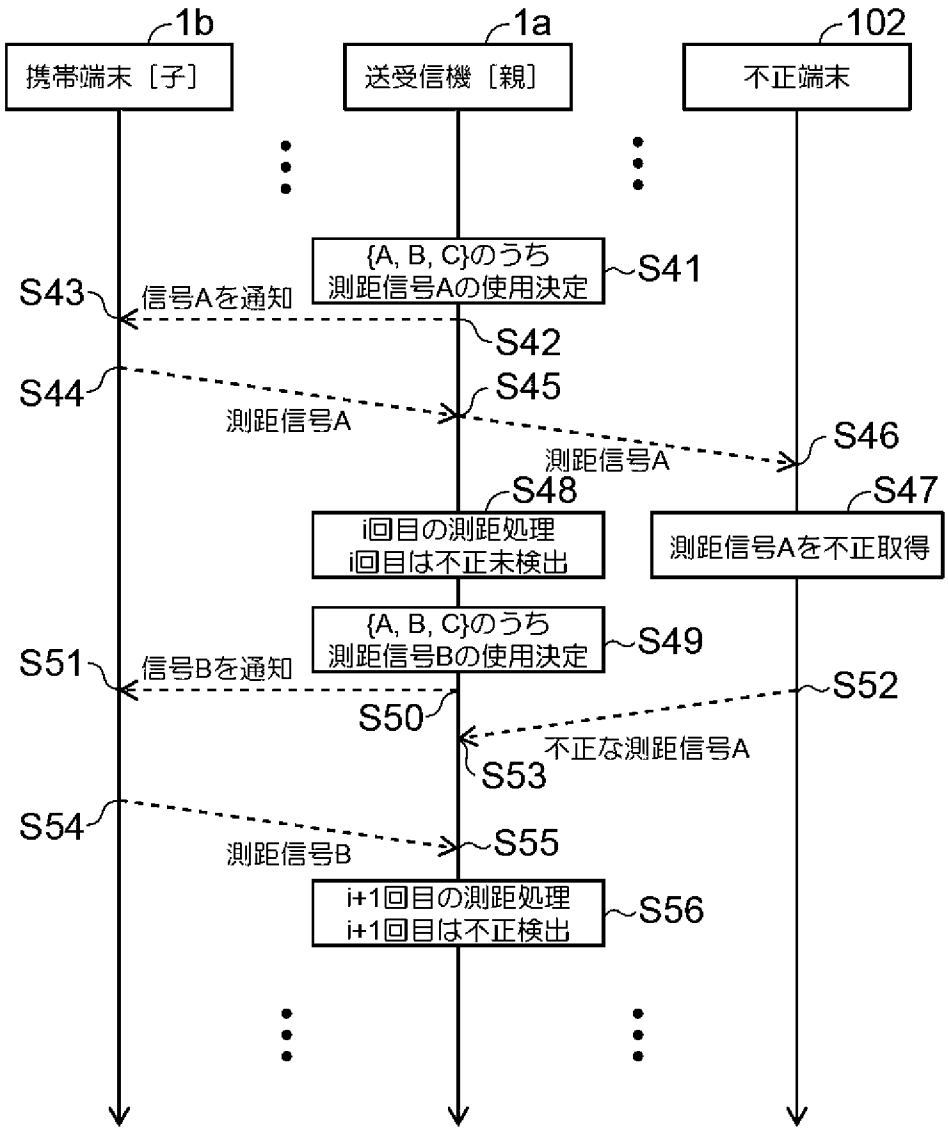
[図8]


開始
認証処理と
測距開始の通知
S21
カウンタ初期化(j=0)
S22
測距信号の決定及び通知
S23
測距処理及び不正検出処理
S24
S25
不正が検出されたか？
Y
N
S26
不正対処の処理
S27
測距結果≦閾値？
N
Y
カウンタ増加(j=j+1)
S28
S29
N
カウンタは所定値に到達？
(j=n)？
Y
所定機能の実行
S30
終了

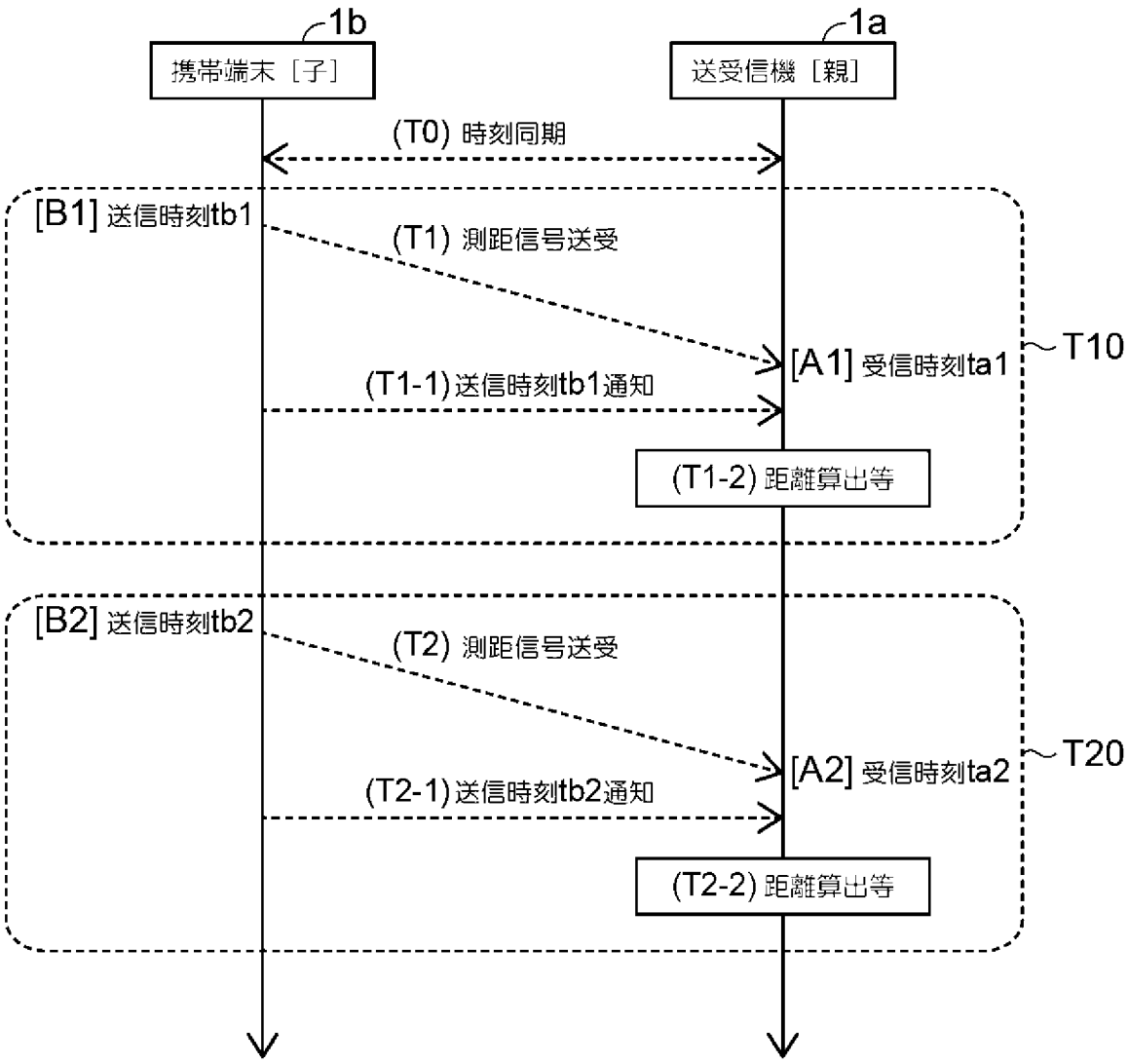
[図9]



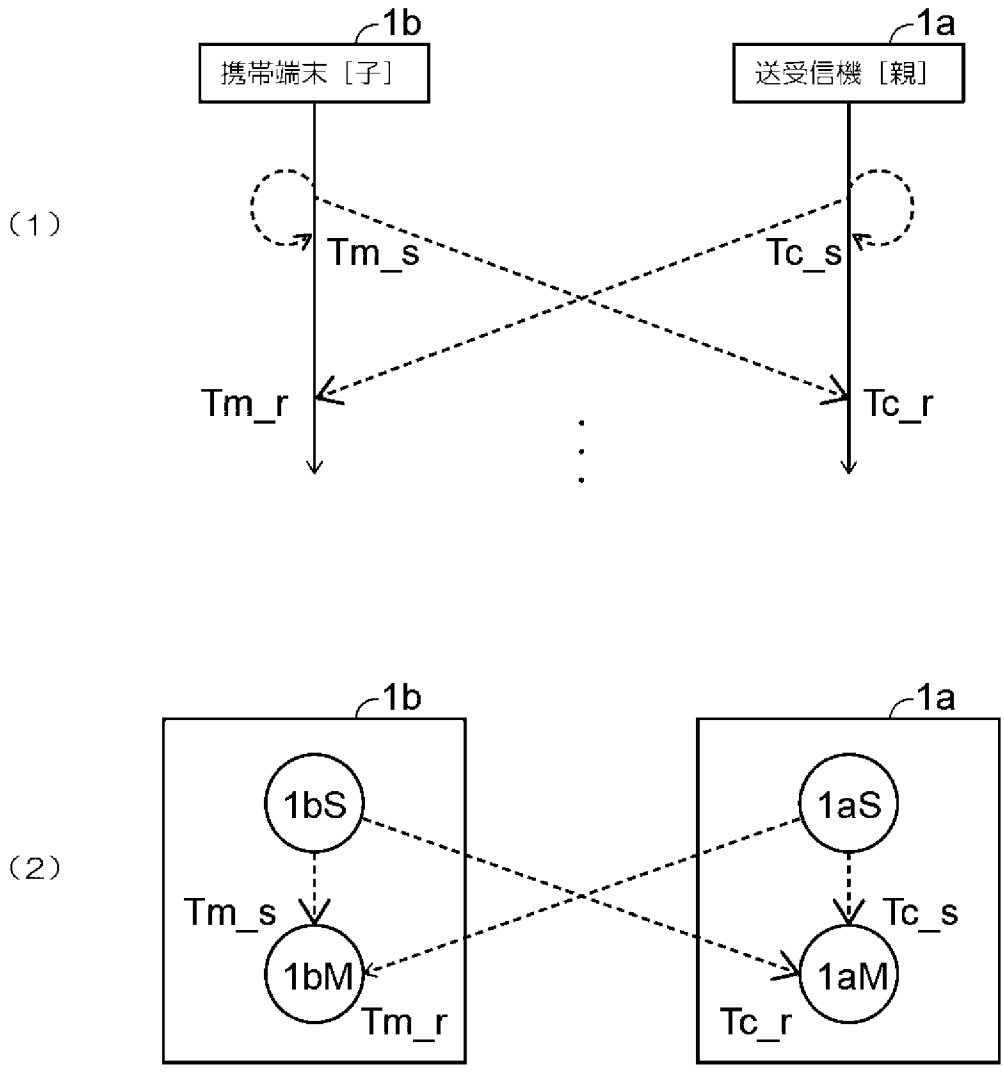
[図10]


1b
携帯端末［子］
1a
送受信機［親］
102
不正端末
{A, B, C}のうち
測距信号Aの使用決定
S41
S43
信号Aを通知
S42
S44
S45
測距信号A
S46
測距信号A
S48
S47
i回目の測距処理
i回目は不正未検出
測距信号Aを不正取得
{A, B, C}のうち
測距信号Bの使用決定
S49
S51
信号Bを通知
S50
S52
不正な測距信号A
S53
S54
測距信号B
S55
i+1回目の測距処理
i+1回目は不正検出
S56

[図11]

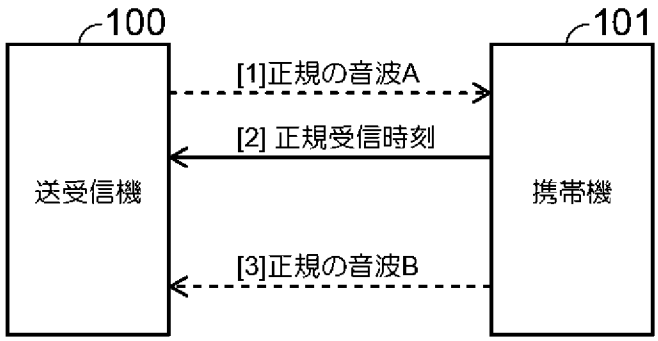

1b
携帯端末［子］
1a
送受信機［親］
(T0) 時刻同期
[B1] 送信時刻tb1
(T1) 測距信号送受
[A1] 受信時刻ta1
T10
(T1-1) 送信時刻tb1通知
(T1-2) 距離算出等
[B2] 送信時刻tb2
(T2) 測距信号送受
[A2] 受信時刻ta2
T20
(T2-1) 送信時刻tb2通知
(T2-2) 距離算出等

[図12]

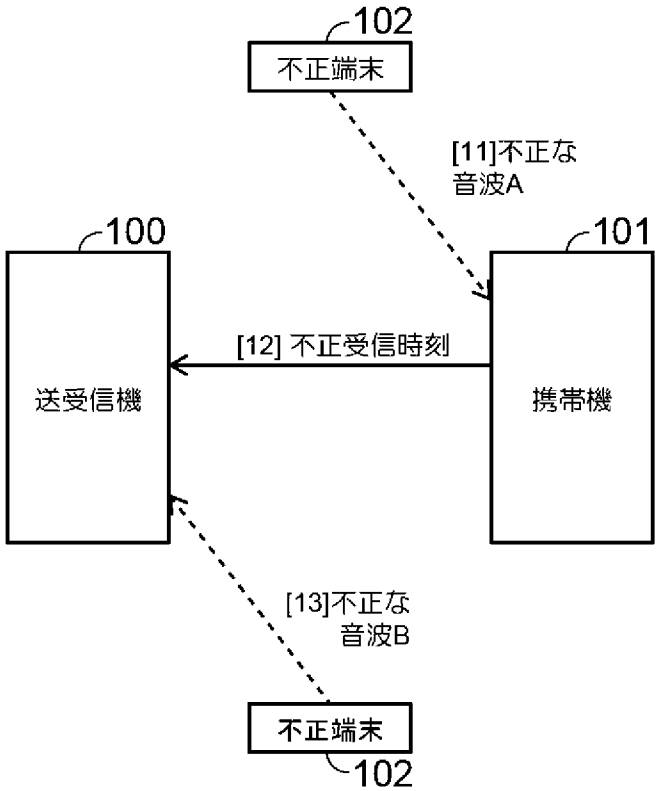

（1）
1b
携帯端末［子］
1a
送受信機［親］
Tm_s
Tc_s
Tm_r
Tc_r
（2）
1b
1bS
Tm_s
1bM
Tm_r
1a
1aS
Tc_s
1aM
Tc_r

[図13]

(1)


100
101
[1]正規の音波A
[2] 正規受信時刻
送受信機
携帯機
[3]正規の音波B

(2)


102
不正端末
[11]不正な
音波A
100
101
[12] 不正受信時刻
送受信機
携帯機
[13]不正な
音波B
不正端末
102

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/074430

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60R25/24(2013.01)i, *E05B49/00*(2006.01)i, *G01S13/76*(2006.01)i, *G01S15/74*(2006.01)i, *H04Q9/00*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60R25/24, E05B49/00, G01S13/76, G01S15/74, H04Q9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2014 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-104247 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 May 2013 (30.05.2013), claim 1; paragraphs [0011] to [0025], [0067]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
Y	JP 2012-92569 A (Denso Corp.), 17 May 2012 (17.05.2012), claims 1, 5; paragraphs [0018] to [0019]; fig. 1, 2 & US 2012/0105198 A1 & CN 102456268 A	1-7
Y	WO 2012/073978 A1 (Aisin Seiki Co., Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0002] to [0003] (Family: none)	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
31 October, 2014 (31.10.14)	11 November, 2014 (11.11.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/074430

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-229061 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 10 November 2011 (10.11.2011), paragraphs [0004], [0034] to [0035] & DE 102011017385 A1 & CN 102237938 A	1-7
Y	WO 2013/128821 A1 (NEC Software Hokuriku, Ltd.), 06 September 2013 (06.09.2013), paragraphs [0006] to [0011], [0113] to [0120]; fig. 19 (Family: none)	1-7
Y	JP 2012-82654 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0004] to [0007]; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 2011-255715 A (Mitsubishi Motors Corp.), 22 December 2011 (22.12.2011), paragraph [0037] (Family: none)	6-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１４／０７４４３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60R25/24(2013.01)i, E05B49/00(2006.01)i, G01S13/76(2006.01)i, G01S15/74(2006.01)i, H04Q9/00(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B60R25/24, E05B49/00, G01S13/76, G01S15/74, H04Q9/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2013-104247 A（三菱電機株式会社）2013.05.30, 請求項１、段落００１１－００２５、００６７、図１－４（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 2012-92569 A（株式会社デンソー）2012.05.17, 請求項１、５、段落００１８－００１９、図１、２ & US 2012/0105198 A1 & CN 102456268 A	１－７
Ｙ	WO 2012/073978 A1（アイシン精機株式会社）2012.06.07, 段落００００２－００００３（ファミリーなし）	１－７

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３１．１０．２０１４	１１．１１．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｑ　５５６３
田々井　正吾

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３８１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2011-229061 A（株式会社東海理化電機製作所）2011.11.10，段落０００４、００３４－００３５ & DE 102011017385 A1 & CN 102237938 A	１－７
Ｙ	WO 2013/128821 A1（北陸日本電気ソフトウェア株式会社）2013.09.06，段落０００６－００１１、０１１３－０１２０、図１９（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 2012-82654 A（株式会社東海理化電機製作所）2012.04.26，段落０００４－０００７、図１（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 2011-255715 A（三菱自動車株式会社）2011.12.22，段落００３７（ファミリーなし）	６－７