

明 細 書

発明の名称：操船支援システム

技術分野

[0001] 本発明は、港湾内で本船が少なくとも１隻のタグボートでアシストされる際に使用される操船支援システムに関する。

背景技術

[0002] 港湾内では、本船が少なくとも１隻のタグボートでアシストされることが多い。本船は、少なくとも１つの推進機を含む自力走行可能船である場合もあるし、推進機を含まない又は推進機が故障した自力走行不能船である場合もある。

[0003] 一般的に、港湾内では、水先案内人または本船の船長などの指揮者が、本船および／またはタグボートをどのように操船すべきかを指揮する。例えば、タグボートのアシスト方法としては、押し、曳き、並走などがあり、指揮者は、タグボートへ適時アシスト方法を指示する。

[0004] 例えば、特許文献１には、港湾内で本船をアシストする複数のタグボートに対して自動的に操船指令を送出する自動曳航指令装置が開示されている。この自動曳航指令装置では、航路上に複数の目標位置が設定され、本船を次の目標位置まで移動させるのに必要な移動総力が求められる。次いで、その移動総力が、本船の推進機およびタグボートに分配される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：特開昭６３－２２２９９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１に開示された自動曳航指令装置では、航路が予め定められていることが前提となっている。これに対し、タグボートのアシスト方法などを考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定したいという要望がある。

[0007] そこで、本発明は、港湾内の最適航路を自動的に決定することができる操船支援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

[0008] 前記課題を解決するために、本発明の1つの側面からの操船支援システムは、港湾内で、本船が少なくとも1隻のタグボートでアシストされる際に使用される操船支援システムであって、前記港湾内での前記本船の出発点から終着点までの仮航路を基準として、前記本船の仕様に関する本船情報および前記少なくとも1隻のタグボートの仕様に関するタグボート情報に基づいて、所定時間ごとに、前記少なくとも1隻のタグボートの前記本船に対する押し、曳き、並走に関する複数の操船パターンのそれぞれについて、局所経路を算出するとともに、前記本船の推進距離、前記少なくとも1隻のタグボートの燃費、前記局所経路の終端から前記仮航路までの距離、ならびに前記本船および前記少なくとも1隻のタグボートの安全性の少なくとも1つに関する1つの評価値を算出し、前記複数の操船パターンのうちで前記評価値が最小となる操船パターンを最適な操船パターンとして決定する制御装置を備える、ことを特徴とする。

[0009] 上記の構成によれば、所定時間ごとに最適な操船パターンが決定されるので、それらの最適な操船パターンについて算出された局所経路をつなぐことで最適航路が構成される。しかも、操船パターンはタグボートのアシスト方法に関するものである。このため、タグボートのアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

[0010] また、本発明の別の側面からの操船支援システムは、港湾内で、少なくとも1つの推進機を含む本船が少なくとも1隻のタグボートでアシストされる際に使用される操船支援システムであって、前記港湾内での前記本船の出発点から終着点までの仮航路を基準として、前記本船の仕様に関する本船情報および前記少なくとも1隻のタグボートの仕様に関するタグボート情報に基づいて、所定時間ごとに、前記少なくとも1つの推進機の使用の有無および前記少なくとも1隻のタグボートの前記本船に対する押し、曳き、並走に関

する複数の操船パターンのそれぞれについて、局所経路を算出するとともに、前記本船の推進距離、前記本船および前記少なくとも 1 隻のタグボートの燃費、前記局所経路の終端から前記仮航路までの距離、ならびに前記本船および前記少なくとも 1 隻のタグボートの安全性の少なくとも 1 つに関する 1 つの評価値を算出し、前記複数の操船パターンのうちで前記評価値が最小となる操船パターンを最適な操船パターンとして決定する制御装置を備える、ことを特徴とする。

- [0011] 上記の構成によれば、所定時間ごとに最適な操船パターンが決定されるので、それらの最適な操船パターンについて算出された局所経路をつなぐことで最適航路が構成される。しかも、操船パターンは本船の推進機の使用法およびタグボートのアシスト方法に関するものである。このため、本船の推進機の使用法およびタグボートのアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の一実施形態に係る操船支援システムの概略構成図である。
[図2]港湾内の仮航路を示す図である。
[図3]本船の平面図である。
[図4]仮航路の一部および局所経路を示す図である。
[図5] (a) ~ (c) は操船パターンを示す図である。

発明を実施するための形態

- [0014] 図 1 に、本発明の一実施形態に係る操船支援システム 4 を示す。この操船支援システム 4 は、港湾内で本船 1 が少なくとも 1 隻のタグボート 2 でアシストされる際に使用されるものである。
- [0015] 本船 1 のアシストに使用するタグボート 2 の隻数は、本船 1 の種類、港湾規則、海象条件などによって予め定められる。図 1 では、例示として、タグボート 2 が 2 隻である場合を描いている。

- [0016] 本実施形態では、操船支援システム4が、水先案内人が携帯するか、または、陸上設備に設置される、本船1および少なくとも1隻のタグボート2とは独立した端末装置3を含む。また、本実施形態では、本船1および少なくとも1隻のタグボート2が有人船であることを前提とする。
- [0017] 本船1には、制御装置11、表示装置12（本発明の本船表示装置に相当）および通信装置13が搭載されている。同様に、少なくとも1隻のタグボート2には、制御装置21、表示装置22（本発明のタグボート表示装置に相当）および通信装置23が搭載されている。これらの機器は、端末装置3と共に操船支援システム4を構成する。例えば、本船1の制御装置11および表示装置12は本船1のブリッジコンソールに組み込まれ、タグボート2の制御装置21および表示装置22はタグボート2のブリッジコンソールに組み込まれる。
- [0018] 端末装置3は、制御装置31、表示装置（本発明の端末表示装置に相当）32、通信装置33および入力装置34を含む。例えば、端末装置3は、ポータブルタブレットコンピュータであってもよいし、ノートブックコンピュータであってもよい。
- [0019] 制御装置31は、例えば、ROMやRAMなどのメモリと、HDDやSSDなどのストレージと、CPUを有し、ROMまたはストレージに記憶されたプログラムがCPUにより実行される。本船1に搭載される制御装置11および少なくとも1隻のタグボート2に搭載される制御装置21も同様の構成を有する。
- [0020] 図示は省略するが、表示装置32は画面を有する。同様に、本船1に搭載される表示装置32および少なくとも1隻のタグボート2に搭載される表示装置22も画面を有する。
- [0021] 端末装置3の通信装置33は、本船1の通信装置13および少なくとも1隻のタグボート2の通信装置23と無線通信可能なものである。この無線通信は、AIS（Automatic Identification System：自動船舶識別装置）を介した通信であってもよいし、船間同士の直接通信であってもよいし、地上基

地局を介した船陸間通信であってもよい。

- [0022] 詳しくは後述するが、本実施形態では、端末装置3の制御装置31が本船1の最適航路を決定する。このため、制御装置31は、各種の情報を格納するデータベース（図示せず）を含む。
- [0023] ただし、本船1の最適航路の決定は、本船1に搭載された制御装置11、またはタグボート2に搭載された制御装置21で行われてもよい。この場合、データベースは、最適航路を決定する制御装置（11または21）に含まれてもよい。あるいは、本船1の最適航路の決定が本船1に搭載される制御装置11またはタグボート2に搭載される制御装置21で行われる場合でも、データベースが端末装置3の制御装置31に含まれ、データベースに格納された情報が上記の無線通信により最適航路を決定する制御装置（11または21）へ送信されてもよい。
- [0024] データベースは、本船1の仕様に関する本船情報、および少なくとも1隻のタグボート2の仕様に関するタグボート情報を格納する。本船1の仕様とは、例えば、本船1の形状、重量および喫水、推進機の数、位置および能力などである。また、本船1では、図3中に黒丸で示すように、構造上のタグボート接続可能位置10が予め定まっており、このタグボート接続可能位置10も本船1の仕様に含まれる。タグボート2の仕様とは、例えば、タグボート2の形状、推進機の数および能力などである。
- [0025] データベースに格納される情報は、港湾内に本船1が入港する度に、その本船1に関する情報（本船情報およびタグボート情報）に更新されてもよい。あるいは、データベースには、入港が想定される全ての本船1に関する情報が予め格納されてもよい。
- [0026] 制御装置31は、図2に示すように、港湾内での出発点1Aから終着点1Bまでの仮航路51を基準として、所定時間（例えば、数秒～数時間、望ましくは数分）ごとに、データベースに格納された本船情報およびタグボート情報に基づいて、複数の操船パターンのそれぞれについて局所経路5（図4参照）を算出する。

- [0027] さらに、本実施形態では、制御装置 3 1 が、本船情報およびタグボート情報だけでなく、港湾内の風情報などの気象情報および／または港湾内の波情報や潮流情報などの海象情報を含む環境情報にも基づいて、複数の操船パターンのそれぞれについて局所経路 5 を算出する。例えば、制御装置 3 1 は、通信装置 3 3 およびインターネットを介して、気象庁や N O A A (National Ocean and Atmospheric Administration) 等の外部機関から環境情報を取得する。ただし、制御装置 3 1 は、本船情報およびタグボート情報のみに基づいて局所経路 5 を算出してもよい。
- [0028] 仮航路 5 1 は、水先案内人などの指揮者により、出発点 1 A および終着点 1 B と共に入力装置 3 4 を通じて制御装置 3 1 に入力されてもよい。あるいは、制御装置 3 1 には出発点 1 A および終着点 1 B のみが入力され、制御装置 3 1 が、本船 1 が防波堤 6 2 や定置網 6 3 などの障害物を避けながら岸壁 6 1 に接近するように仮航路 5 1 を決定してもよい。終着点 1 B は、一般的に、本船 1 が岸壁 6 1 に係留される位置である。
- [0029] 制御装置 3 1 が仮航路 5 1 を決定する場合、制御装置 3 1 は、本船 1 が他船 6 4 と衝突しないように仮航路 5 1 を決定することが望ましい。この場合、制御装置 3 1 は、他船 6 4 の位置、方位および速度に関する他船現情報を通信装置 3 3 を介して取得する。
- [0030] 出発点 1 A は、本船 1 の現在位置であってもよい。この場合、制御装置 3 1 は、本船 1 の位置、方位および速度に関する本船現情報を通信装置 3 3 を介して取得する。
- [0031] より詳しくは、本船 1 の制御装置 1 1 には、本船 1 の位置、方位および速度に関する本船現情報がリアルタイムで記憶される。本船 1 の位置は、G N S S (Global Navigation Satellite System) により測定され、本船 1 の方位は、本船 1 に設けられた方位計により測定される。本船 1 の速度は、本船 1 の位置の変化量とその時間から算出される。本船現情報は、本船 1 の通信装置 1 3 から端末装置 3 の通信装置 3 3 へ送信される。
- [0032] また、少なくとも 1 隻のタグボート 2 の制御装置 2 1 には、当該タグボー

ト 2 の位置、方位および速度に関するタグボート現情報がリアルタイムで記憶される。タグボート 2 の位置は、G N S S により測定され、タグボート 2 の方位は、タグボート 2 に設けられた方位計により測定される。タグボート 2 の速度は、タグボート 2 の位置の変化量とその時間から算出される。タグボート現情報は、タグボート 2 の通信装置 2 3 から端末装置 3 の通信装置 3 3 へ送信される。

[0033] 操船パターンは、少なくとも 1 隻のタグボート 2 の本船 1 に対する押し、曳き、並走（アシスト方法）に関するものである。本実施形態では、図 3 に示すように、本船 1 が 2 つの推進機（主推進機 1 a およびサイド推進機 1 c）を含む。このため、操船パターンは、本船 1 の 2 つの推進機の使用の有無（使用方法）にも関する。なお、主推進機 1 a を使用する場合、舵（ラダー）1 b をどのように操作するかも決定される。ただし、本船 1 の推進機の数 は 1 つであってもよいし、3 つ以上であってもよい。また、主推進機 1 a は、舵 1 b が不要なアジマススラスタであってもよい。

[0034] タグボート 2 のアシスト方法に関し、タグボート 2 が本船 1 を押す場合も曳く場合も、タグボート接続可能位置 1 0 のうちのどの位置でタグボート 2 が本船 1 を押すまたは曳くかによってアシスト方法（すなわち、操船パターン）は異なる。また、タグボート 2 が本船 1 を押すまたは曳く力が異なる場合もアシスト方法は異なる。なお、タグボート 2 が本船 1 を曳く場合は、タグボート 2 がタグライン 1 5（図 5（b）参照）を介して本船 1 のタグボート接続可能位置 1 0 と接続される。

[0035] また、推進機（本実施形態では、主推進機 1 a およびサイド推進機 1 c）の使用方法に関し、推進機による推力の方向（例えば、主推進機 1 a では舵 1 b の方向）および／または推力の大きさが異なれば使用方法（すなわち、操船パターン）は異なる。

[0036] 例えば、図 5（a）～（c）に 1 つの所定時間における 3 つの操船パターンを示す。なお、図 5（a）～（c）では、本船 1 の推進機およびタグボート 2 のうちの使用するものを実線で示し、使用しないものを破線で示す。本

船 1 のアシストに使用するタグボート 2 の隻数は、図 5 (a) および (c) に示す例では 2 隻であり、図 5 (b) に示す例では 1 隻である。

[0037] 具体的に、図 5 (a) に示す例では、所定時間の初期は、舵 1 b で走行方向を調整しながら本船 1 が主推進機 1 a を使用して走行する。このため、2 隻のタグボート 2 は本船 1 と並走する。所定時間の中間期は、主推進機 1 a を使用しながら、2 隻のタグボート 2 が本船 1 のタグボート接続可能位置 1 0 のうちの左舷の中央付近のタグボート接続可能位置 1 0 a (図 3 参照) および右舷の中央付近のタグボート接続可能位置 1 0 b (図 3 参照) を押す。所定時間の末期は、本船 1 の推進機を使用せずに本船 1 を行脚で走行させながら、2 隻のタグボート 2 が本船 1 を押す。

[0038] 図 5 (b) に示す例では、所定時間中は常に舵 1 b の位置が一定である。所定時間の初期は、図 5 (a) と同様に、本船 1 が主推進機 1 a を使用して走行する。所定時間の中間期は、主推進機 1 a を使用しながら、1 隻のタグボート 2 が本船 1 のタグボート接続可能位置 1 0 のうちの右舷の先端付近のタグボート接続可能位置 1 0 c (図 3 参照) を押す。所定時間の末期は、タグボート 2 が本船 1 のタグボート接続可能位置 1 0 c とタグライン 1 5 を介して接続される。そして、本船 1 の推進機を使用せずに本船 1 を行脚で走行させながら、タグボート 2 が本船 1 を曳く。

[0039] 図 5 (c) に示す例でも、所定時間中は常に舵 1 b の位置が一定である。所定時間の初期は、図 5 (a) と同様に、本船 1 が主推進機 1 a を使用して走行する。所定時間の中間期は、2 隻のタグボート 2 がタグボート接続可能位置 1 0 のうちの右舷の先端付近および中央付近のタグボート接続可能位置 1 0 c, 1 0 d (図 3 参照) とタグライン 1 5 を介して接続される。そして、主推進機 1 a を使用しながら、2 隻のタグボート 2 が本船 1 を曳く。所定時間の末期は、2 隻のタグボート 2 がタグボート接続可能位置 1 0 c, 1 0 d (図 3 参照) と接続されたまま、本船 1 の推進機を使用せずに本船 1 を行脚で走行させながら、タグボート 2 が本船 1 を曳く。

[0040] 図 5 (a) ~ (c) に示す操船パターン以外にも様々な操船パターンが存

在する。例えば、所定時間中は常に少なくとも1隻のタグボート2が本船1を押すか曳いてもよい。あるいは、所定時間の間にタグボート2の位置が本船1の左舷側から右舷側にまたはその逆に変わってもよい。

[0041] 例えば、図5(a)～(c)に示す操船パターンが行われる所定時間が最初の所定時間（すなわち、本船1が出発点1Aを出発した直後）である場合には、図4に示すように、図5(a)の操船パターンについては局所経路5aが算出され、図5(b)の操船パターンについては局所経路5bが算出され、図5(c)の操船パターンについては局所経路5cが算出される。

[0042] 制御装置31は、特定の操船パターンについて局所経路5を算出した後に、本船情報およびタグボート情報に基づいて、特定の操船パターンについて1つの評価値Jを算出する。上述したように、本実施形態では制御装置31が本船情報およびタグボート情報だけでなく環境情報にも基づいて局所経路5を算出するため、制御装置31は、本船情報およびタグボート情報だけでなく環境情報にも基づいて、特定の操船パターンについて評価値Jを算出する。

[0043] 評価値Jは、本船1の推進距離、本船1および少なくとも1隻のタグボート2の燃費、局所経路5の終端から仮航路51までの距離、ならびに本船1および少なくとも1隻のタグボート2の安全性の少なくとも1つに関するものである。ただし、本船1が推進機を含まない場合、「本船1および少なくとも1隻のタグボート2の燃費」は、「少なくとも1隻のタグボート2の燃費」に変更される。

[0044] 本実施形態では、評価値Jは、本船1の推進距離に関する評価値J1と、本船1および少なくとも1隻のタグボート2の燃費に関する評価値J2と、局所経路5の終端から仮航路51までの距離に関する評価値J3と、本船1および少なくとも1隻のタグボート2の安全性に関する評価値J4の総和である（ $J = J1 + J2 + J3 + J4$ ）。ただし、評価値J1～J4には、それぞれ重み係数が掛け合わされてもよい。

[0045] 本船1の推進距離に関する評価値J1は、本船1の推進距離が長くなるほ

ど小さくなる。例えば、図4中の局所経路5 a～5 c（すなわち、図5（a）～（c）の操船パターン）では、局所経路5 aの評価値J 1が最も大きく、局所経路5 bの評価値J 1が最も小さい。

[0046] 本船1および少なくとも1隻のタグボート2の燃費に関する評価値J 2は、燃費が良くなるほど（すなわち、燃料消費量が少なくなるほど）小さくなる。

[0047] 局所経路5の終端（局所経路5上の所定時間後の位置）から仮航路5 1までの距離（すなわち、終端から仮航路5 1に下ろした垂線の長さ）に関する評価値J 3は、局所経路5の終端が仮航路5 1から離れるほど大きくなる。例えば、図4中の局所経路5 a～5 cでは、局所経路5 aの評価値J 3が最も小さく、局所経路5 bの評価値J 3が最も大きい。

[0048] なお、局所経路5の終端から仮航路5 1までの距離に関する評価値J 3に代えて、局所経路5と仮航路5 1の間の面積に関する評価値J 3'を用いることも可能である。すなわち、評価値Jは、本船1の推進距離に関する評価値J 1と、本船1および少なくとも1隻のタグボート2の燃費に関する評価値J 2と、局所経路5と仮航路5 1の間の面積に関する評価値J 3'と、本船1および少なくとも1隻のタグボート2の安全性に関する評価値J 4の総和であってもよい（ $J = J 1 + J 2 + J 3' + J 4$ ）。評価値J 3'は、局所経路5と仮航路5 1の間の面積が大きくなるほど大きくなる。なお、局所経路5と仮航路5 1の間の面積は、それらの差分の絶対値を積分することで求められる。

[0049] 本船1および少なくとも1隻のタグボート2の安全性に関する評価値J 4は、安全性が高まるほど小さくなる。この評価値J 4は、様々な方法で算出可能である。第1の例としては、局所経路5から障害物までの距離を評価値J 4として用いてもよい。第2の例としては、本船1が岸壁6 1に近づく速度を岸壁6 1から本船1までの距離で割った値（距離がゼロとなった場合を想定して上限値を設定）を評価値J 4として用いてもよい。第3の例としては、風や波の影響で本船1やタグボート2が動揺する大きさを計算すると

もに、転覆や積み荷が崩れるといったトラブルが起きる確率を求め、これらに重み係数を掛け合わせて足し合わせたものを評価値 J 4 として用いてもよい。

[0050] 特定の操船パターンについての局所経路 5 および評価値 J の算出後、制御装置 3 1 は、上述したのと同様にして、別の操船パターンについての局所経路 5 および評価値 J を算出する。この演算を繰り返し、制御装置 3 1 は、複数の操船パターンのそれぞれについて局所経路 5 および評価値 J を算出する。

[0051] 例えば、制御装置 3 1 は、直前に演算対象とした操船パターンを上記の特定の操船パターンとし、その特定の操船パターンの評価値 J に基づいて新たな操船パターンを上記の別の操船パターンとして作成することで、複数の操船パターンを得てもよい。この構成によれば、評価値が改善されるように操船パターンを探索することができる。

[0052] その後、制御装置 3 1 は、複数の操船パターンのうちで評価値 J が最小となる操船パターンを最適な操船パターンとして決定する。

[0053] 制御装置 3 1 は、最初の所定時間における最適な操船パターンの決定後、その最適な操船パターンの局所経路 5 の終端を起点として、上記と同様にして次の所定時間における最適な操船パターンを決定する。例えば、図 4 に示すように、局所経路 5 a が最適な操船パターンの局所経路である場合、制御装置 3 1 は、局所経路 5 a の終端を始端とする複数の局所経路 5 d ~ 5 f を算出する。このような所定時間ごとの処理を繰り返すことにより、制御装置 3 1 は、出発点 1 A から終着点 1 B までの最適な操船パターンを決定する。

[0054] このように、本実施形態の操船支援システム 4 では、所定時間ごとに最適な操船パターンが決定されるので、それらの最適な操船パターンについて算出された局所経路 5 をつなぐことで最適航路が構成される。しかも、操船パターンは本船 1 の推進機の使用法およびタグボート 2 のアシスト方法に関するものである。このため、本船 1 の推進機の使用法およびタグボート 2 のアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができ

る。

[0055] なお、本船1が推進機を含まない場合、操船パターンはタグボート2の本船1に対する押し、曳き、並走のみに関するものである。この場合、タグボート2のアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

[0056] しかも、本実施形態では、制御装置31が、本船情報およびタグボート情報だけでなく環境情報にも基づいて、複数の操船パターンのそれぞれについて局所経路5および評価値Jを算出するので、環境情報を考慮して最適な操作パターンを決定することができる。

[0057] 制御装置31は、決定した最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路5を表示装置32の画面上に表示してもよい。このようにすれば、水先案内人などの指揮者が最適な操船パターンおよびそれによる局所経路5（最適航路）を視認しながら操船指揮を行うことができる。

[0058] あるいは、制御装置31は、決定した最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路5に関する情報を、通信装置33および本船1の通信装置13を介して制御装置11へ送信し、本船1の制御装置11を介して表示装置12の画面上に、決定した最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路5を表示してもよい。このようにすれば、本船1の船長が指揮者である場合に、その船長が最適な操船パターンおよびそれによる局所経路5（最適航路）を視認しながら操船指揮を行うことができる。

[0059] さらに、制御装置31は、決定した最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路5を、本船1の表示装置12の画面上だけでなく、少なくとも1隻のタグボート2の表示装置22の画面上にも表示してもよい。このようにすれば、本船1の操船者とタグボート2の操船者間で最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路5（最適航路）に関する情報を共有することができる。

[0060] (その他の実施形態)

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

[0061] 例えば、本船 1 の最適航路の決定が本船 1 に搭載された制御装置 1 1 または 1 隻のタグボート 2 に搭載された制御装置 2 1 で行われる場合、操船支援システム 4 は端末装置 3 を含まなくてもよい。ただし、前記実施形態のように操船支援システム 4 が端末装置 3 を含み、端末装置 3 の表示装置 3 2 の画面上に最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路 5 が表示されれば、指揮者が本船 1 またはタグボート 2 に乗船することなく端末装置 3 の表示装置 3 2 の画面を見ながら操船指揮を行うことができる。

[0062] また、本船 1 は無人船であってもよい。この場合、本船 1 に搭載される表示装置 1 2 は不要である。また、タグボート 2 も無人船であってもよい。この場合、タグボート 2 に搭載される表示装置 2 2 は不要である。さらに、港湾内の操船指揮を全自動で行う場合、操船支援システム 4 は表示装置を含なくてもよい。

[0063] (まとめ)

本発明の 1 つの側面からの操船支援システムは、港湾内で、本船が少なくとも 1 隻のタグボートでアシストされる際に使用される操船支援システムであって、前記港湾内での前記本船の出発点から終着点までの仮航路を基準として、前記本船の仕様に関する本船情報および前記少なくとも 1 隻のタグボートの仕様に関するタグボート情報に基づいて、所定時間ごとに、前記少なくとも 1 隻のタグボートの前記本船に対する押し、曳き、並走に関する複数の操船パターンのそれぞれについて、局所経路を算出するとともに、前記本船の推進距離、前記少なくとも 1 隻のタグボートの燃費、前記局所経路の終端から前記仮航路までの距離、ならびに前記本船および前記少なくとも 1 隻のタグボートの安全性の少なくとも 1 つに関する 1 つの評価値を算出し、前記複数の操船パターンのうちで前記評価値が最小となる操船パターンを最適

な操船パターンとして決定する制御装置を備える、ことを特徴とする。

[0064] 上記の構成によれば、所定時間ごとに最適な操船パターンが決定されるので、それらの最適な操船パターンについて算出された局所経路をつなぐことで最適航路が構成される。しかも、操船パターンはタグボートのアシスト方法に関するものである。このため、タグボートのアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

[0065] また、本発明の別の側面からの操船支援システムは、港湾内で、少なくとも1つの推進機を含む本船が少なくとも1隻のタグボートでアシストされる際に使用される操船支援システムであって、前記港湾内での前記本船の出発点から終着点までの仮航路を基準として、前記本船の仕様に関する本船情報および前記少なくとも1隻のタグボートの仕様に関するタグボート情報に基づいて、所定時間ごとに、前記少なくとも1つの推進機の使用の有無および前記少なくとも1隻のタグボートの前記本船に対する押し、曳き、並走に関する複数の操船パターンのそれぞれについて、局所経路を算出するとともに、前記複数の操船パターンのそれぞれについて、前記本船の推進距離、前記本船および前記少なくとも1隻のタグボートの燃費、前記局所経路の終端から前記仮航路までの距離、ならびに前記本船および前記少なくとも1隻のタグボートの安全性の少なくとも1つに関する1つの評価値を算出し、前記複数の操船パターンのうちで前記評価値が最小となる操船パターンを最適な操船パターンとして決定する制御装置を備える、ことを特徴とする。

[0066] 上記の構成によれば、所定時間ごとに最適な操船パターンが決定されるので、それらの最適な操船パターンについて算出された局所経路をつなぐことで最適航路が構成される。しかも、操船パターンは本船の推進機の使用法およびタグボートのアシスト方法に関するものである。このため、本船の推進機の使用法およびタグボートのアシスト方法を考慮して港湾内の最適航路を自動的に決定することができる。

[0067] 前記制御装置は、特定の操船パターンについて前記評価値を算出した後に、算出した前記評価値に基づいて新たな操船パターンを作成することで、前

記複数の操船パターンを得てもよい。この構成によれば、評価値が改善されるように操船パターンを探索することができる。

[0068] 前記制御装置は、前記本船情報および前記タグボート情報だけでなく、気象情報および／または海象情報を含む環境情報にも基づいて、前記複数の操船パターンのそれぞれについて前記局所経路および前記評価値を算出してもよい。この構成によれば、環境情報を考慮して最適な操作パターンを決定することができる。

[0069] 上記の操船支援システムは、画面を有する少なくとも1つの表示装置をさらに備え、前記制御装置は、前記最適な操船パターンおよび／または前記最適な操船パターンについて算出された局所経路を前記画面上に表示してもよい。水先案内人または本船の船長などの指揮者が最適な操船パターンおよびそれによる局所経路（最適航路）を視認しながら操船指揮を行うことができる。

[0070] 前記少なくとも1つの表示装置は、前記本船に搭載される本船表示装置と、前記少なくとも1隻のタグボートに搭載される少なくとも1つのタグボート表示装置を含んでもよい。この構成によれば、本船の操船者とタグボートの操船者とで最適な操船パターンおよび／または最適な操船パターンについての局所経路（最適航路）に関する情報を共有することができる。

[0071] 前記少なくとも1つの表示装置は、前記本船および前記少なくとも1隻のタグボートとは独立した端末装置に含まれる端末表示装置を含んでもよい。この構成によれば、指揮者が本船またはタグボートに乗船することなく端末表示装置の画面を見ながら操船指揮を行うことができる。

符号の説明

- [0072] 1 本船
 1 A 出発点
 1 B 終着点
 1 1 制御装置
 1 2 表示装置（本船表示装置）

- 2 タグボート
 - 2 1 制御装置
 - 2 2 表示装置（タグボート表示装置）
- 3 端末装置
 - 3 1 制御装置
 - 3 2 表示装置（端末表示装置）
- 4 操船支援システム
- 5 局所経路
 - 5 1 仮航路