Osaka University Knowledge Archive

Title	Development and operation of underwater robot for autonomous tracking and monitoring of subsea plumes after oil spill and gas leak from seabed, and analyses of measured data
Author(s)	Choyekh, Mahdi
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/59588
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

Form 3

Abstract of Thesis

Name （CHOYEKH Mahdi）	
Title	Title: Development and operation of underwater robot for autonomous tracking and monitoring of subsea plumes after oil spill and gas leak from seabed, and analyses of measured data （海底から湧出する油やガスのプルームを自律的に追跡しモニタリングする海中ロボットの開発・運用と測定データの解析）

Abstract of Thesis

The development of a new type of AUV requires an evaluation process from two aspects. One is the guidance and control of the robot, and the other is the data sampling. The research focuses on 4 axes:

- Software development of the robot
- Navigation
- Guidance and control of the robot
- Water survey of oceanographic data and dissolved substances

The thesis is composed of 6 chapters:

Chapter 1 introduces the context of the backgrounds of the research. It firstly explains the impact of oil spills and blow out gas on the environment and the marine life and the role of the SOTAB project as a countermeasure to reduce the damage. Then, the objective and overview of this thesis are described sequentially. Finally, the main contributions of the work are summarized.

Chapter 2 presents hardware and software overview of SOTAB-I. In the first part, the outline of SOTAB-I and its general characteristics are described and the main features of its internal devices were presented. In the second part, SOTAB-I software organization and it is developed algorithms are presented. It describes the designed graphical user interfaces that were developed in both ship and robot sides. This part also underlines the acoustic communication protocol developed to secure the interaction between the user and the robot when the robot is underwater.

Chapter 3 deals with the navigation of SOTAB-I. It describes the main aspects of the sensors involved in the navigation and evaluates their performances. Next, the navigation regions of SOTAB-I are defined and the sensors involved in each region as well as the tracking method are enumerated. The last part deals with the Kalman filter that was implemented for data fusion. The predicting and filtering performances of the filter are studied.

Chapter 4 discusses the guidance and control of the robot. First, the outlines of the guidance and control of the robot, notably its operating modes and zones as well as control programs priorities are defined. Next, depth and altitude control algorithms as well as the effect of wings control are discussed. During the operation of the robot, software or hardware deficiency may lead to a dangerous approach of the robot to the seabed. Collision avoidance algorithm preventing the robot from colliding with the seabed is presented. The development of control programs should be adapted not only for fast intervention, but also for ensuring a longer operation time. The last part of this chapter deals with the power consumption of the robot and an energy study is done to estimate the robot's battery autonomy under different conditions.

Chapter 5 shows the surveying results of oceanography and dissolved substances. In the first part of this chapter, the surveying sensors configuration and the process employed to obtain oceanographic data and the dissolved substances are explained. The experiments results in the at-sea experiments in shallow water in the Gulf of Mexico and in deep water in Toyama bay are presented.

Finally, in Chapter 6 we summarize the main conclusions as well as the future works based on the previous chapters are presented sequentially.

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（ CHOYEKH Mahdi ）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	准教授	鈴 木 博 善
	副 査	教 授	戸 田 保 幸
	副 査	教 授	長谷川 和 彦

論文審査の結果の要旨

海底の油やガスの生産施設の事故により流出した油やガスは、海洋環境や人間生活に多大な被害をもたらす。このような深海から放出される油やガスによる被害を防ぐには、海底生産施設からの油やガスの流出の早期発見や定期的なモニタリングが有効である。このモニタリングシステムを用いれば、化学物質の検出や海洋データの収集による対象海域の迅速な点検ができ、油やガスの挙動シミュレーションの精度向上につながる。海底生産施設まわりで化学物質の検出や海洋データの収集を行い、重油やガスのプルームの追跡を行うSOTAB-Ⅰと呼ばれる自律型水中ロボットを開発している。

新しいタイプの自律型水中ロボットの開発には、二つの観点からの技術的評価が必要である。一つは、ロボットの誘導制御性能であり、もう一つは、データ取得性能である。この論文は、それらを議論するため、ロボットのソフトウェアの開発、ロボットの航法、ロボットの誘導制御、海洋物理と溶解物質に関する海水調査に焦点を絞っている。

この論文は6章から成り立っている。

第 1 章は、本論文の背景を述べている。最初に、油流出とガス噴出の環境と海洋生物への影響を説明し、その被害を抑えることを目指した SOTAB プロジェクトの役割を述べている。そして本論文の目的と概要を順次、述べている。最後に、本研究の主な役割を要約している。

第2章は、水中ロボット SOTAB-Ⅰのハードウェアとソフトウェアの概要を述べている。最初に、SOTAB-Ⅰの概要とその一般的な特性を述べている。次に、SOTAB-Ⅰのソフトウェアの構成とそのアルゴリズムを説明している。特に、母船側とロボット側の両方に開発されたグラフィカル・ユーザ・インタフェースの設計について、述べている。最後に、水中ロボットが水中にいる場合、ユーザと水中ロボットとの間の通信を確かなものにするために開発した水中音響通信プロトコルについて、説明している。

第3章は、SOTAB-Ⅰの航法を扱っている。航法で用いるセンサーの主な特性を述べ、その性能を評価している。次に、SOTAB-Ⅰの航法の領域を定義し、それぞれの領域に用いるセンサーや水中ロボットの追跡方法を列挙している。最後に、センサーデータの融合に使われるカルマンフィルターの予測とフィルター特性を述べている。

第 4 章は、水中ロボットの誘導制御を議論している。最初に、誘導制御の構成、運用モード、領域、制御プログラムの優先順位の定義をしている。次に、深度制御と高度制御のアルゴリズムと翼制御の効果を議論している。水中ロボットの運用中に、ソフトまたはハードに欠陥があれば、海底への危険な接近につながるため、そのような欠陥に関らず、優先的に海底との衝突回避を行うアルゴリズムを示している。最後に、水中ロボットの異なる条件下でのバッテリーの電力消費を算定するために、水中ロボットの各部分の電力消費について調査している。

第5章は、海洋物理と溶存物質に関する海洋計測の結果を示している。最初に、海洋計測のセンサーの特性や海洋物理と溶存物質に関するデータ処理について述べている。次に、浅海域ではアメリカのメキシコ湾、深海域では富山湾での海洋実験について述べている。

最後に、第６章は、主な結果をまとめ、今後の課題を示している。

以上のように，本論文は，海底生産施設からの油やガスの流出の早期発見や定期的なモニタリングを行う自律型水中ロボットについて、水中ロボットの運用と調査の観点から、海洋実験による検証を通して，そのソフトウェア、航法、誘導制御に関する開発研究や、水中ロボットを用いた溶存化学物質の検出や海洋データの収集に関する研究を行い、提案したロボットの有用性を示している。このように，本論文はこれまでの水中ロボットの研究に対して新しい知見を与えており、深海からの油やガスの流出による海洋汚染の防止にも貢献するものと評価される。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。