

氏名	杨志晓
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第3027号
学位授与の日付	平成17年 9月30日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Novice-Oriented Human Interface for a Search and Rescue Robot System (初心操作者指向の搜索レスキューロボットのインターフェース)
論文審査委員	教授 五福 明夫 教授 田中 豊 教授 鈴木 和彦

学位論文内容の要旨

This thesis addresses in developing a non-professional search and rescue robot system for volunteers to collect information in large-scale disasters. The core of such a rescue robot system is its novice-oriented human interface. It should shorten the process that a novice learns to grasp its operations, and support him/her to efficiently navigate a rescue robot and to understand collected disaster information. Rules for designing such a novice-oriented search and rescue robot interface are proposed as **RULE 1**: The interface is similar to those of devices widely used in human daily life, **RULE 2**: Disaster information captures an operator's attention as much as possible during the rescue process, and **RULE 3**: Attention shift between application interface and physical devices, among windows of running-time application, and among physical devices, is as little as possible. Based on the rules, a non-professional rescue robot system for search and reconnaissance in large-scale disasters is developed. The system has a force feedback control interface and a mouse interface. Currently it can remotely navigate a tank rescue robot and a snake rescue robot. The force feedback control interface provides a manner of remotely navigating a rescue robot like that of driving automobiles in human daily life. It uses a steering wheel and two pedals to navigate a rescue robot. A monitor wall is constructed to realize natural view of disaster images collected by an on-board wide lens camera. The mouse interface provides both automatic control and manual control of a tank rescue robot by mouse click. For the automatic control, an artificial neural network is constructed to obtain world position of a clicked image. A path-planning module and a tracking module realize the robot's motion automatically. The running-time application of the mouse interface has only one window with full-windowed disaster images. Specified functional areas, which are parts of an image itself, act as buttons to realize 9 operations but have zero area cost. With such a design, attention shift among windows and within a window is reduced to zero. To support an operator to understand collected disaster information, the system uses an image-processing technique and a thermograph to identify victims and other disaster information automatically. Current image-processing algorithm finds objects by identifying their colors. Assisted by a thermograph, a buried victim can also be automatically marked in an optical image although he/she cannot be seen through the optical image. The force feedback control interface is also used to navigate a snake rescue robot. A remote control and a local semi-automation are both used to solve the contradiction between the limited outputs of the steering control and the multiple DOF of a snake rescue robot. The steering control gives instructions of moving and turning. Collaboration among modules of the snake robot is realized by mechanical intelligence. Mechanical intelligence includes an obstacle avoiding wheel, some free joints, a metal wire along the robot's body, some pulleys, a wire length adjusting motor, and suitable module shape for avoiding obstacles, etc. It can passively and actively change the robot's body shape to avoid obstacles and obtain desired motions.

論文審査結果の要旨

本論文では、ボランティアユーザが大規模な災害時の情報収集を行うための、搜索レスキューロボットシステムの開発を述べている。まず、システムのインタフェースを設計する指針として、(1) 日常生活で広く利用されている装置のインタフェースとの類似性、(2) 被災地状況の把握に操作者が集中できること、および、(3) インタフェース画面から操作デバイスへの操作者の注意シフトが少ないことを考察している。この設計指針の下で、初心操作者が短時間で操作方法を修得し、効率的に操縦して、収集した被災地状況を把握するための、初心操作者指向の2種類のヒューマンインタフェースを開発している。カフィードバック制御インタフェース (FFC-IF) は、自動車の運転と同様の感覚での操作を提供するために、操作ハンドルと2つのペダル、および、広角カメラの映像を表示する壁型モニタから構成される。一方、マウスインタフェース (M-IF) では、自動操作作用として、映像中のマウスクリック位置から三次元位置を得るニューラルネットワーク、経路計画およびトラッキングのソフトウェアモジュールから構成され、また、手動操作作用の9種類の走行指令用のボタンは、操作者の注意シフトを軽減するように映像内の自動操縦に対応しない領域に割り当てている。そして、状況把握支援として、画像処理技術と熱画像カメラを用いた負傷者の自動発見機能を開発している。さらに、ワイヤ、プーリー、および、ワイヤ長さ調節用のモータを用いて機械的な拘束により蛇型ロボットの姿勢の自由度を下げる機械知能と呼ぶ機構を考案し、FFC-IFによる蛇型ロボットの操作を実現している。これらのインタフェースの有効性を実験的に評価し、FFC-IFは障害物の少ない状況の操作に適し、M-IFは障害物の多い状況の操作に適することを明らかにしている。

以上のように、本論文は多数のボランティア操作者が複数種類の情報取得を行うレスキューロボットを容易に利用できる実用的なインタフェースシステムを研究開発し、その有効性を実験的に評価しており、博士(工学)の学位論文として認められる。