

モジュール化による配管検査ロボットの小型化

Miniaturization of the piping inspection robot by modularization

○学 藤田 和友 (弓削商船), 佐々木 俊一 (弓削商船), 後藤 幹雄 (カンツール),
伊藤 嘉基 (弓削商船), 正 前田 弘文 (弓削商船)

Kazutomo FUJITA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Toshikazu SASAKI, Kantool Co.,Ltd., Sinyuurakutyou Bld., 1-12-1, Yurakucho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0006, Japan

Mikio GOTO, Kantool Co.,Ltd., Sinyuurakutyou Bld., 1-12-1, Yurakucho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0006, Japan

Yoshiki ITO, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Hirofumi MAEDA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Key Words: Exploration Robot, Mobile Robot, Robot Control, Prototype Model, Microcomputer

1. 緒言

我国では昭和 40 年代以降, 下水道事業の実施都市が急増し, 各地で下水道整備の普及が促進されてきた. これまでに全国の下水道施設は, 管路総延長約 42 万 [km], 下水処理場数約 2,100 ヶ所となっている. そのため, 管理施設の増加とともに, 長期使用施設の老朽化が顕在化している. 下水管渠の標準的耐用年数は 50 年とされており, すでにこの年数を超える下水管渠の延長は約 9,000 [km]以上になっている. また, 管渠布設後 30 年が経過すると道路が陥没する箇所が急増する傾向もある. このような背景から, 排水管・下水管の維持管理は重要であり, 継続的に行っていかなければならない. しかし, 実際に管内を調査する作業は人が行うには過酷であり, 調査範囲も広大である. そこで, 近年ではロボットを用いた調査が活発に行われている. ところが, これらのロボット調査にも問題があり, 有線による外部制御・外部電源が主流であることから, ロボットシステム全体が大掛かりなものとなり, メンテナンス性が悪い上, 高価なシステムとなっている.

そこで, 本研究ではこれまで研究してきたレスキューロボット^{(1)~(3)}のノウハウを活かし, 小型で持ち運びが容易な配管検査ロボットの開発を行っている⁽⁴⁾⁽⁵⁾.

本発表では, 配管検査ロボットを小型化するためのモジュール化として, システム構成と独自開発した制御基板について述べる.

2. システム構成

配管検査ロボットのシステム構成を行う上で, 以下の機能が最低限必要となる.

- ・ 走行のモータ制御
- ・ カメラ位置調整のためのモータ制御
- ・ 配管内を照らすライト調整
- ・ 状態を示すための LED 表示
- ・ 遠隔操作のための通信機能

次に図 1 にハードウェア構成図を示す.

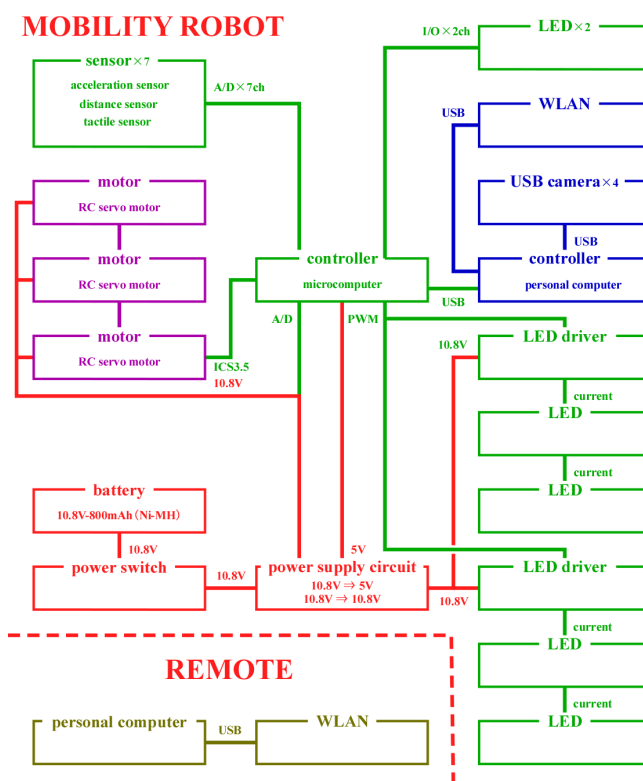


Fig. 1 System Configuration

配管検査ロボットの走行制御にはマイコンを使用し, モータ制御には近藤科学株式会社が開発した通信規格 ICS3.5 (半二重)を使用する. その他にも A/D 変換によるセンサ値の読み取り, I/O による LCD・LED 制御, PWM と LED ドライバによる照明用 LED 調整などが可能である. また, 図 1 の配

管検査ロボットのハードウェアは、図2に示すように3つのモジュールに分けることで制御を分散する。以下に駆動部と制御部について述べる。

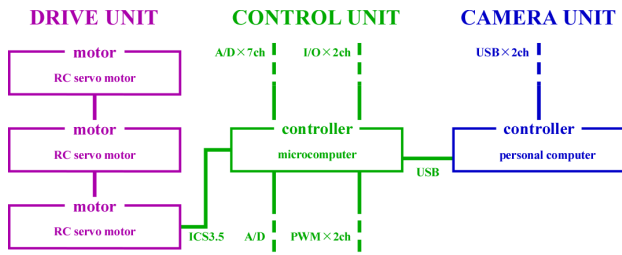


Fig. 2 Modularization of the Hardware

3. 駆動部

配管検査ロボットには近藤株式会社製 KRS-4034HV ICSを使用する。KRS-4034HV ICSはロボット専用のRCサーボモータで、通信規格 ICS3.5 を使用することで、デジタル通信によるコマンド指令により通信時に発生するノイズをカットするだけでなく、様々な動作や設定を行うことができる。また速度フィードバックと位置フィードバックが可能で、速度フィードバックに設定することで、車輪の駆動部としても使用できる。

RCサーボモータは、元々ラジコン用として使用されているモータで、モータ内に制御基板やモータドライバも内蔵したコンパクトな作りとなっている。そのため、このモータそのものがモジュールとして機能し、電源・グラウンド・信号線を繋ぐだけで即座に使用できる。

4. 制御部

図3に開発した制御基板 Orange-Sweetie Driver を示す(縦38 [mm]×横128 [mm]×高20 [mm]、重さ36.0 [g])。制御にはルネサステクノロジ社製の SH/Tiny マイコン SH7125F を使用しており、図1に示したLEDやセンサ、モータなどの制御が可能である。また、デバッグ中の動作確認のために、LCD出力も備えている。なお、SH7125Fは外部からのコマンド命令によって制御される。



Fig. 3 Orange-Sweetie Driver

SH7125Fは、コマンド命令(図4)に回答するためにSCIの受信割り込みによって随時監視を行っている。また、コマンド命令を受信した後、コマンド命令に対応した制御を行い、LCDにコマンドデータを表示した後、確認データをPC側へ送信している(図5)。

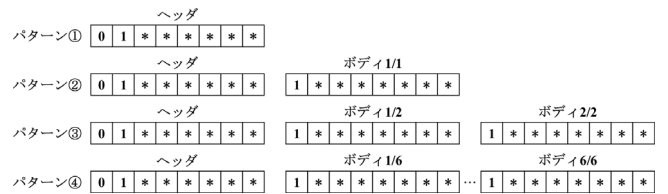


Fig. 4 Command Format

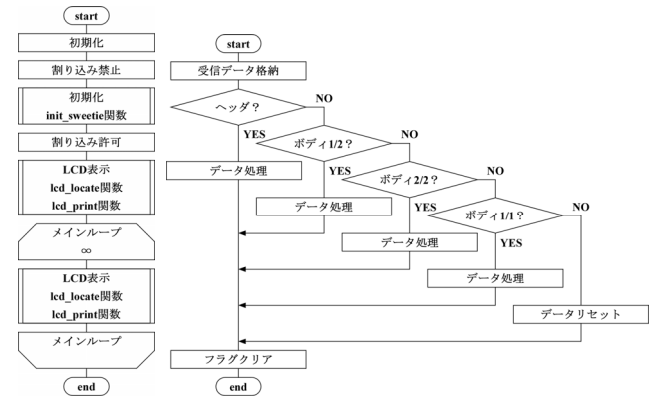


Fig. 5 Flowchart

5. 結言

今回、配管検査ロボットを小型化するためのモジュール化について、システム構成と独自開発した制御基板を中心に述べた。

今後は配管検査ロボットにモジュール化したシステムを組み込み、その有効性を検証する必要がある。また、システムをさらにコンパクト化し、同時にメンテナンス性を失わない工夫が必要である。

文献

- (1) 石井 良典, 大坪 義一, 小林 滋, 小林 泰弘, 山本 祥弘, 梅田 栄, 海藻 敬之, 前田 弘文, 高森 年, 田所 諭, “閉鎖空間内探索ロボットのための遠隔操縦システムの開発”, 第11回システムインテグレーション部門講演会(SI2010)(2005), pp.1238-1241.
- (2) 前田 弘文, 五百井 清, 大坪 義一, 小林 滋, 高森 年, “レスキューロボットにおけるデバイス管理を容易にするためのミドルウェア開発”, 日本機械学会講演論文集 No.115-1(2011), pp.123-124.
- (3) 前田 弘文, 小林 滋, 高森 年, “レスキューロボットにおけるデバイス管理を容易にするためのシステム開発”, 弓削商船高等専門学校紀, 第34号(2012), pp.48-53.
- (4) 二宮 綾香, 藤田 和友, 佐々木 俊一, 後藤 幹雄, 前田 弘文, “配管検査ロボットのための試作機設計”, 日本機械学会中国四国学生会第43回学生会卒業研究発表講演会講演前刷集(2013), 716.
- (5) 藤田 和友, 伊藤 嘉基, 前田 弘文, “配管検査ロボットのためのモジュール化”, 第14回システムインテグレーション部門学術講演会講演論文集(SI2013)(2013), pp.1297-1300.