



ユビキタス領域周辺の技術 特集

ユビキタス領域技術を応用した Unmanned Vehicleシステム～UGVの開発～

Development of the "UGV" Unmanned Vehicle Incorporating Technologies of the Ubiquitous Computing Realm

神谷 剛志 Tsuyoshi Kamiya 今井 浩久 Hirohisa Imai 増田 裕 Yutaka Masuda

●新事業推進部 UVプロジェクト / 新事業推進部 UVプロジェクト / 事業開発室



UGV



UMV



UAV

図1 開発したUGV、UMV、UAV

UGV(Unmanned Ground Vehicle：自律無人陸上車)

UMV(Unmanned Marine Vehicle：自律無人艇)

UAV(Unmanned Aerial Vehicle：自律無人ヘリコプター)

Abstract

The ubiquitous computing technologies that have been under development since the 1980s are typified by network environments like the Internet and are continuing to expand into realms like real-time operating systems that make it easier for any device to access networking computing and sensing technologies capable of recognizing different types of computer environments.

Yamaha Motor Company's UV (Unmanned Vehicle) project utilizes these technologies of the ubiquitous computing realm in an attempt to develop vehicles that can contribute to society in new ways by performing "3D" jobs that are "Dangerous, Dirty or Dull" with unmanned vehicles. In addition to our initial unmanned helicopters, we have now developed land and water vehicles as well. Presently, we are investigating the possibilities of developing new business based on developing practical vehicle platforms that can be used for tasks such as harbor or coast security, disaster relief, observation, surveillance, measurement and surveillance and observation in dangerous areas.

Here we report primarily on the systems in our recently developed "UGV" and the ubiquitous realm technologies it utilizes.

1 はじめに

1980年代から取り組まれているユビキタスコンピューティング技術は、インターネットを代表とするネットワーク環境、どんな機器でもネットワーキングコンピューティングを利用しやすくしたリアルタイムOS(Operating System)、環境などを認識するセンシング技術など、実際の応用が様々に広がっている。

ヤマハ発動機株式会社(以下、当社)UV(Unmanned Vehicle)プロジェクトでは、これらユビキタスコンピューティング領域の技術を応用して、無人ビークルによる新たな社会貢献を目指し、3D(Dangerous, Dirty, Dull)領域の仕事を無人で遂行可能なビークルを、無人ヘリコプターに加え、陸、海で新たに開発した(図1)。現在プロジェクトでは、港湾セキュリティ・災害救助・観測・監視・測量・危険地域監視観測などに利用されるプラットフォームビークルとして、実用車両の開発や事業化の検証を進めている。

今回はこれまで開発したUGVシステムと、UGVで応用したユビキタス領域の技術を中心に紹介する。

2 当社UGVの概要

今回の開発は、様々な用途への応用可能性をアピールできる、機動性の高い無人車両の開発を目指したので、走破性の高い当社ATV(All Terrain Vehicle)グリズリー660(図2)をベースに用いた。

図3に示すように、自律走行が行えるよう、人の操作に代わるアクチュエーターと、制御装置、通信システムを搭載している。また監視業務を行えるよう、カメラや回転警告灯、スピーカーなどをアプリケーションデバイスとして搭載している。

ステアリングとアクセル、シフトについては、バイ・ワイヤー方式を採用し、自律走行制御と人の乗車による操縦切換えを容易に実現している。また、ブレーキについては、人の操作によるフットペダルとモーターによる操作がそれぞれ独立に行え、人の乗車操縦時の安全を確保している。また、非通電時に作動するパーキングブレーキも採用し、安全面に配慮している。



図2 YFM660FWA (GRIZZLY660 4×4)



図3 UGV搭載の制御装置

3

自律走行機能

UGVはその名が示すとおり、人が乗っていない車両が自律または自動、遠隔操縦で任意の場所に移動し、遠隔操作で何らかの仕事を行うものである。このためにUGVは、まずはどのように行くべき場所へ移動させるか、またその次には、どこまでの機能を人の介在なしで動かすことが可能か、が課題となる。

まず移動するために自律走行させる方法としては、あらかじめ設定された軌道上を走行するものと、使用時に走行経路を任意に設定するものがある。前者は既に工場内の無人搬送車などに応用されており、当社でも電磁誘導ゴルフカーが商品化されている。

今回開発したUGVは、広範囲な用途に応用できるよう、走行経路や目的地の自由度が確保できる無軌道方式の自律走行車とし、測位の方式は精度の良い衛星測位と、衛星受信できない状況での測位のため、慣性航法や車速を組み合わせた方式を利用することとした。現在この方式は、研究開発中の多くの無人車両で採用されている。この組み合わせの測位方式により、設定した経路を走行するために必要な精度を確保している。また、経路設定は、電子マップの影響がないティーチングプレイバック方式と、電子マップ上で生成した経路を走行する方式がある。そして自律制御のみでは走行し難い状況下でも車両を動かすことができるよう、遠隔操縦や乗車しての操縦も可能とした。

実際の仕事をさせるためには、極力人の介在なしで自律走行できることが好ましくなる。このため、単に設定された走行経路を正確にトレースするだけでは不十分であり、障害物や人、動物などにより、走行経路がふさがれている場合には、その検出や回避機能が必要になる。

障害物の検出装置としては、レーザーレーダー、電波レーダー、画像認識、超音波センサーなどがある。検出距離や検出範囲などに特徴があり、目的に応じて使い分けることが必要である。今回のUGVでは障害物の有無や、大きさを確実に把握できるスキャン式レーザーレーダーを採用している(図4)。

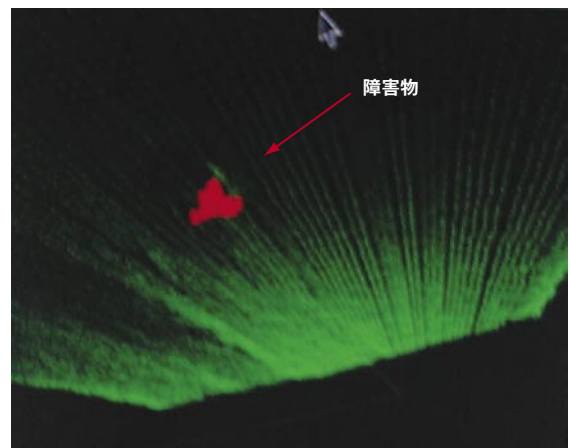


図4 スキャン式レーザーレーダーによる障害物の検出

4

制御システム

開発したUGVは図5のように、自律制御コンピューターと、車体を制御するアクチュエータードライバーの2つの制御システムを搭載している。

自律制御コンピューターは、設定されたコースの記録や自律走行するための指示を出力するもので、測位システムからの車両位置データと、設定されたコースを比較しながら、ステアリング角度や速度指令を出力する。また、障害物が検出された場合には、回避コースを計算し、走行コースの修正を行う。

アクチュエータードライバーは、車両に搭載したアクチュエーターを制御したり、車両の各種信号の入出力をする。自律制御の時は、自律制御コンピューターの指令により、ステアリングを動かしたり、スロッ

トルやブレーキモーターを制御し速度調整を行う。人が乗車したときには、ハンドルからの指令値やアクセルレバーの指令値に基づき、それぞれ制御する。また、リモコン操作時には基地局の操作レバー指示やPDA(Personal Digital Assistants)の指示に基づいて、ステアリング制御や速度制御を行う。アクチュエータードライバーは、電磁誘導ゴルフカーのコントローラーをベースに開発したので、短期間で信頼性の高いユニットを作ることができた。またアクチュエータードライバーは、ユビキタスコンピューティングの普及のために開発されたT-Engineユニットと組み合わせ、ネットワークへの対応を可能にした。

車両内の制御ユニット間通信は、パソコンなどで使用しているEthernetや車載用ネットワークであるCAN(Controller Area Network)を応用している。車両と基地局、PDA間の無線通信には、通信帯域が十分確保できる無線LAN(Local Area Network)を使用している。この無線LAN通信は、車載したカメラで撮影したリアルタイム画像通信などを可能にしている。これらの通信プロトコルとしては、UDP(User Datagram Protocol)やTCP(Transmission Control Protocol)を採用し、無線LAN以外の様々な無線通信システムにも対応しやすく、汎用性があるシステムになっている。

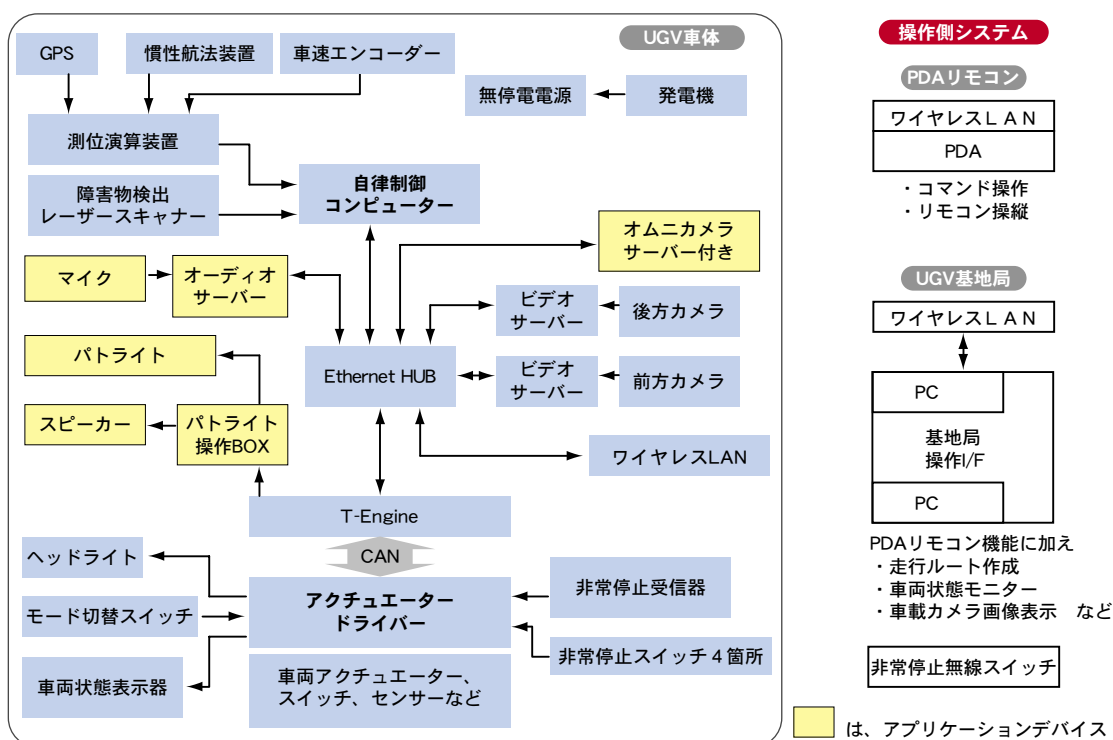


図5 制御システム構成

5

おわりに

今回の機能検証やデモのためのUGV開発は、既存の信頼性のあるベース車両を利用したこと、またユビキタス領域技術の積極的な応用、そして自律制御についてはこの分野で実績のあるカーネギーメロン大学ロボティクス研究所との共同開発により、短期間で機能を実現することができた。今後は商品化に向け、信頼性を高めたり、操作性を改善するために、UV間でのシステム共用化や連携、またユーザーインターフェースの改良、リアルタイムOSの活用など進め、使いやすく安心して使用できるシステムの提供を図っていく。

■著者



神谷 剛志



今井 浩久



増田 裕