



Robots in the Rose Garden

限りある資源や気候変動、世界人口の急激な増加によって、園芸および農業の分野では、効率性および持続可能性が最大の課題になっています。最新のテクノロジーを使用することが、これらの課題を解決するための鍵となります。カイザースラウテルン大学の機械および自動車工学メカトロニクス研究所の学生チームは、他の大学のチームとともに、毎年開催される自律型作業用ロボットの国際競技であるField Robot Eventに参加します。この記事では、競技会へのチームの取り組みを通じて新世代の農業技術について紹介します。



園芸および農業用自律型車両



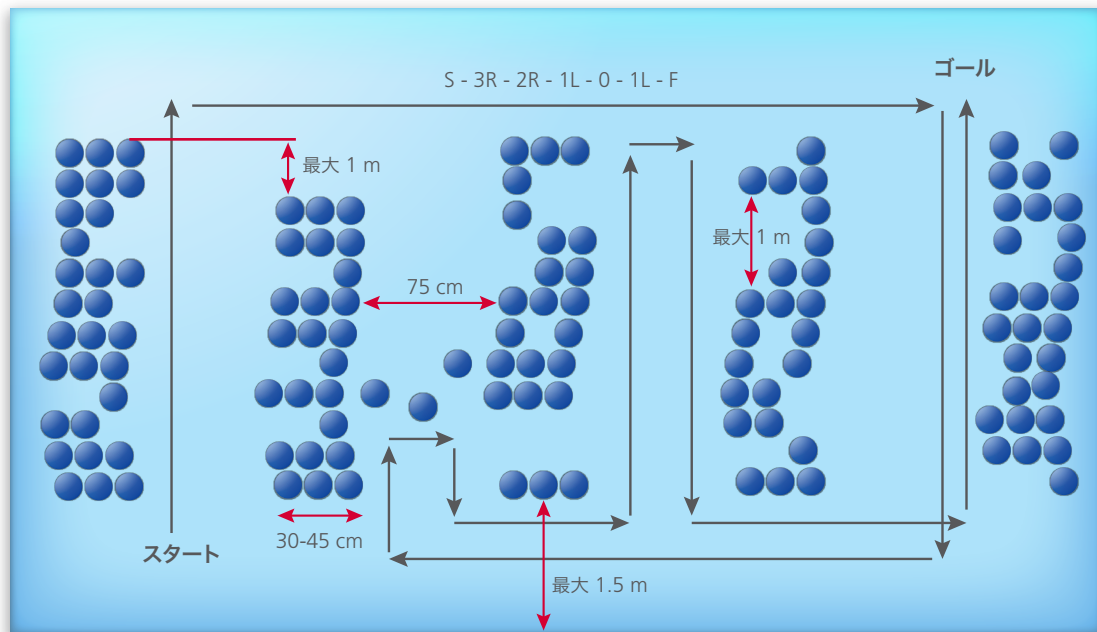


図1: Field Robot Event 2012の課題は、植物の列の間を所定の経路に沿って自律して走行することでした。

「dSPACEのMicroAutoBox II Embedded PCは、ECU開発で実績のあるハードウェア関連のツールとPCの柔軟性を組み合わせたものであり、自律型車両開発の卓越したプラットフォームとして使用することができました」

Roland Werner氏、カイザースラウテルン大学

小さな革命

インテリジェントなセンサ、GPSを利用したセンチメートルレベルの精度をもつ自動操舵システム、ロボットおよび自律型車両が、農業工学における次の大きなステップと考えられています。これらのきわめて大きな課題を克服するには、創造的な新たなアプローチと学際的な発想が必要となります。カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス (MEC) 研究所は、この課題に取り組む学生チームを立ち上げ、学生たちは協力して農作業用の自律型車両を開発しました。

競技会

このプロジェクトでのチームのその年のハイライトは、フロリアード (オランダで10年に1回開催される国際的な園芸博覧会) の一部として、フェンロー (オランダ南東部の都市) において2012年に開催された、Field Robot Eventへの参加でした。Field Robot Eventでの課題とは、植物の列の間を車両に自律的に走行させることでした。地面には、植物が植えられていない部分や、列が曲がったり行き止まりになっている箇所があり、車両が植物の列に沿って走行することを困難にしています。また、

車両がコースの途中で農業に関連した作業を行うことも課題の1つでした。各チームの評価は、3分間に走行した距離と、作業を達成した分の加点、および植物を傷つけたり人が介入した場合の減点に基づいて行われました。昨年のField Robot Eventの課題は、鉢植えの薔薇が並んでいる列で、無作為に選択され、特別なマークが付けられている薔薇の鉢を探して運び、また元の場所に戻すことでした。

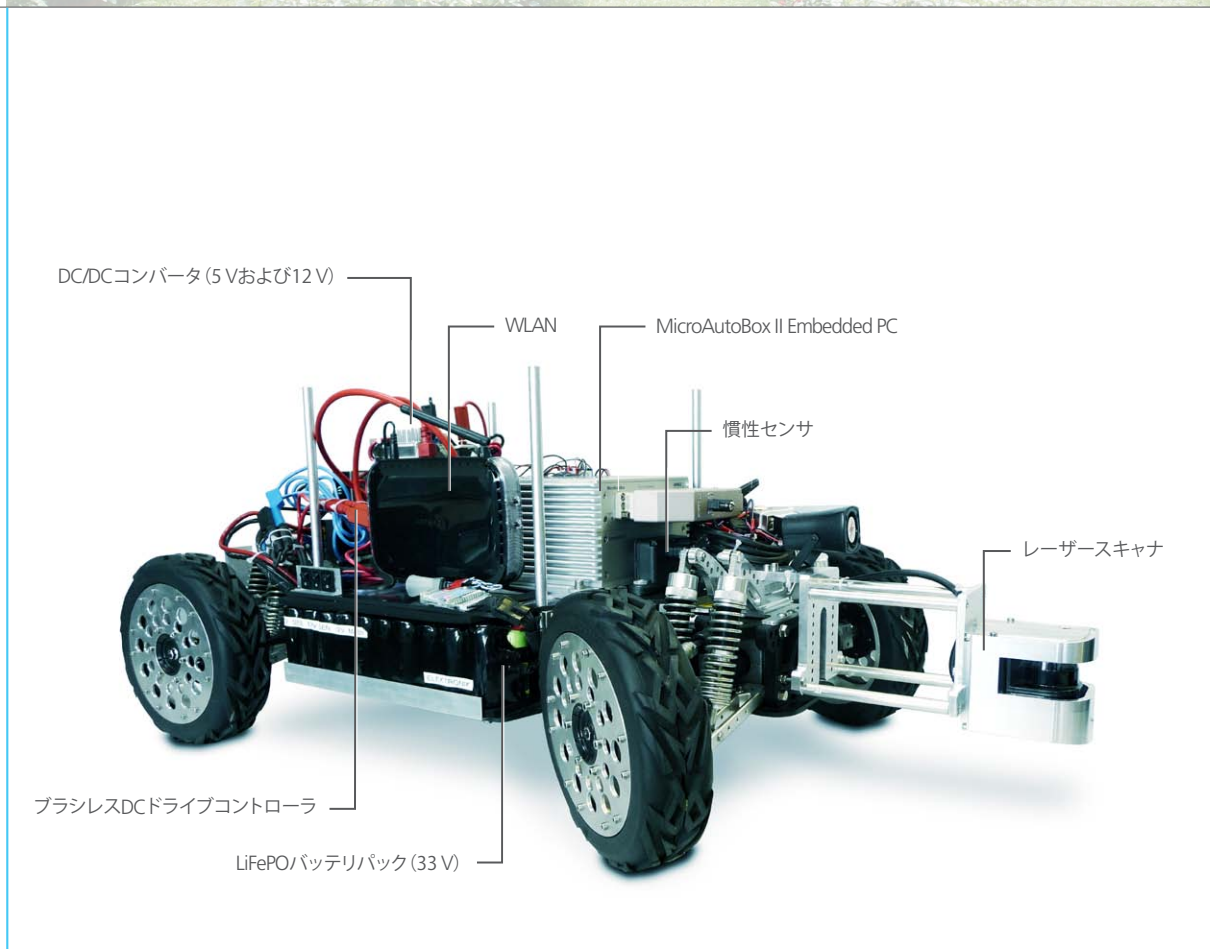


図2:カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス (MEC) 研究所の学生チームが開発した自律型車両の主要コンポーネント

車両の目で見た世界

多数のセンサによって、周囲の環境を識別する能力を車両は備えています (図2 および3)。自律走行のための重要なコンポーネントとして、車両の前後に搭載された2個のレーザースキャナがあります。このスキャナの走査面の視界角は240°で、車両周囲の環境に存在する障害物を検出することができます。植物の列の終わりや方向を転換するときは、慣性センサによってヨーレートが計測され、その結果により計算された車両の向きが非常に重要とな

ります。車両のルーフに搭載された6個のステレオwebカメラで合計360°の視界を得ることにより、マーク付きの鉢植えを探し、車両からの距離についての情報を取得しています。また、この車両には自律走行のためのセンサだけでなく、開発およびテスト用として、WLANインターフェースとR/C受信機が搭載されています。

4輪操舵と4輪駆動

車両アクチュエータには、未舗装の地面で、障害物を避けながら、鉢植えの列の

間の狭い空間で方向転換をするといった難題が課されています。この車両は、4つのサーボモーターを使用して、全4輪を個別に操舵することができます。中央の出力2 kWのブラシレスDCドライブとフルタイム4WD方式により、4つのタイヤに必要な駆動力が伝達されます。インテリジェントなパワーコンバータにより、車両の33 VのLiFePOバッテリーパックからドライブに電力が供給されます。



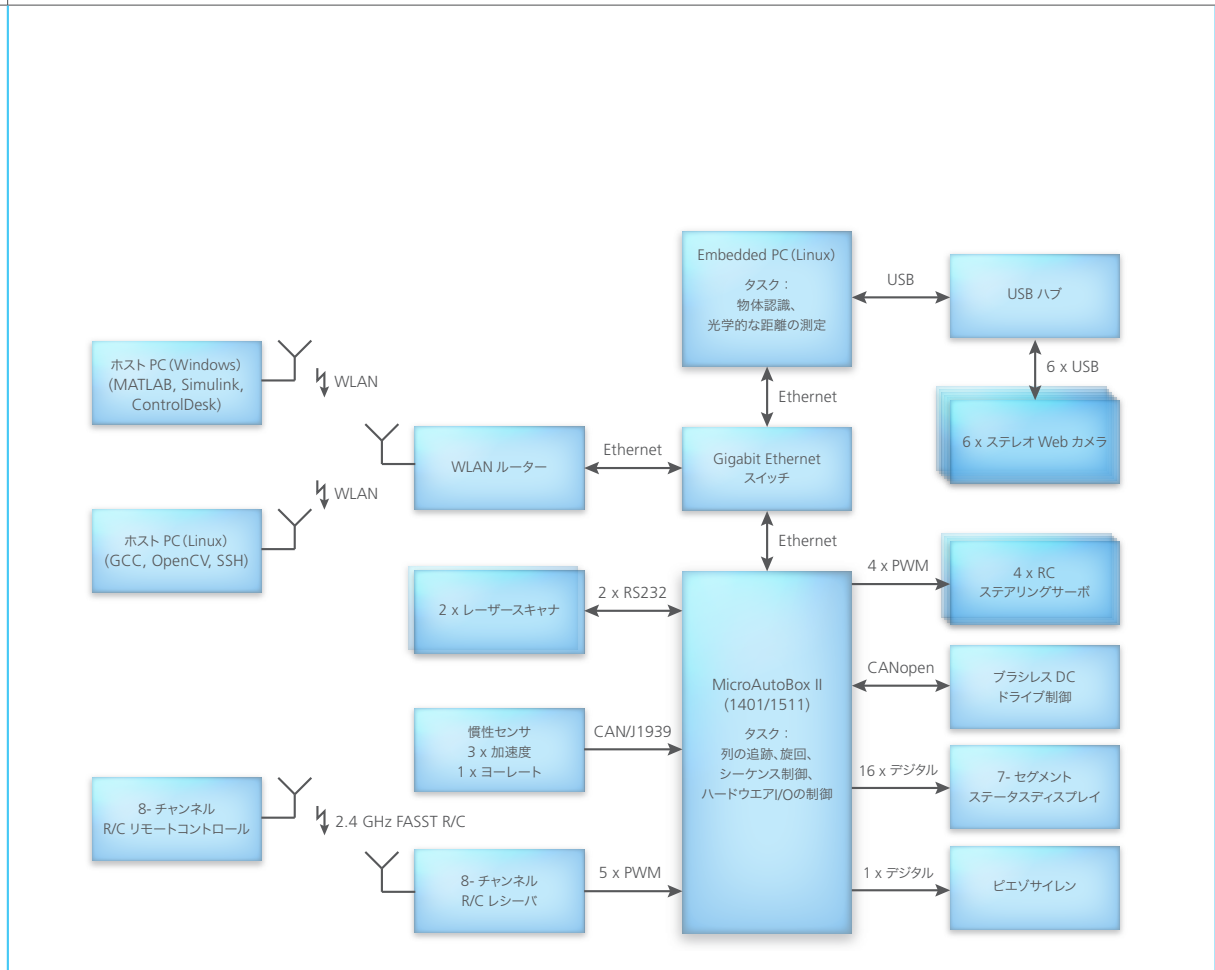


図3: 自律型車両のセンサ、信号処理、アクチュエータのブロック線図

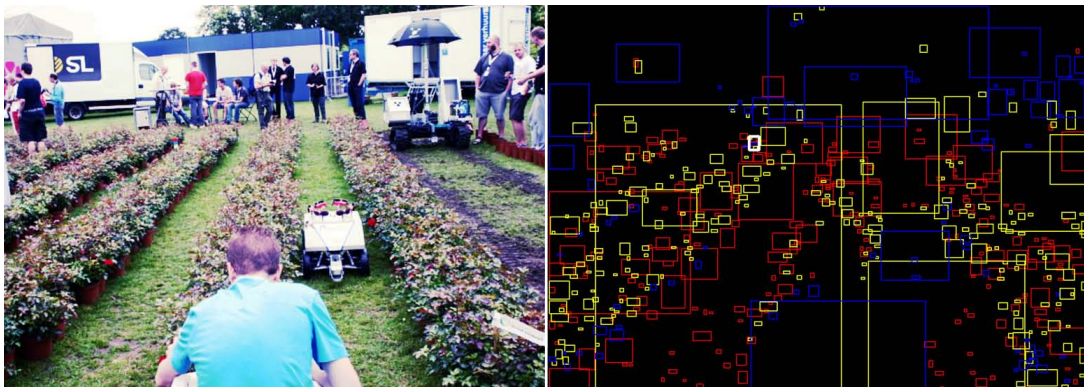
分散型信号処理(1): MicroAutoBox II によるリアルタイム制御

信号の処理とアクチュエータの制御には、現実世界と仮想世界の長所が活用されています。ハードウェア指向の閉ループ

制御タスクは、MicroAutoBox II によってリアルタイムに処理されます。列の検出、経路の追跡、および末端での旋回のためのアルゴリズムと、車両全体のシーケンス制御は、MicroAutoBox II 上で動作するソフト

ウェアの主要部分となります。多様な I/O インターフェースにより、さまざまな種類のセンサおよびアクチュエータを簡単に接続することができます(図3)。MATLAB®/ Simulink®は、このようなタスクのための実

図4: OpenCVによる元の画像内のマーク付き鉢植えの物体認識(左: 赤、青、黄の3色の縞模様の円筒)、認識された色の領域(右: 赤、青、黄の枠)、および識別された鉢植えのマーク(右: 白い枠)。



績のある開発環境となっています。また、ControlDesk[®]は、高速で、信頼性が高く、容易なシステム構築および診断を可能にしています。

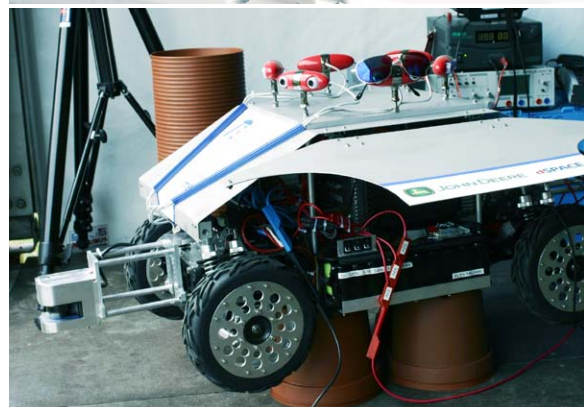
分散型信号処理(2): Embedded PCIによる画像処理

画像処理と画像認識は、自律型車両のために必須の重要なタスクです。無料で使用できるC/C++ソフトウェアライブラリであるOpenCVには、Windows[®]やLinuxなど、さまざまなプラットフォームで使用できる、最新のアルゴリズムの包括的なライブラリが含まれています。

MicroAutoBox IIとEmbedded PCを組み合わせることにより、システム全体への画像処理タスクの統合をきわめて容易に行うことができます。内部のGigabit EthernetスイッチとUDP/IPIによって、MicroAutoBox IIとLinuxが動作するEmbedded PC間的高速通信が保証されます。Field Robot Event 2012の課題の1つは、無作為に選択された特別なマークが付けられている薔薇の鉢植えを自律型ロボットに識別させ、その鉢植えのすぐ近くで停止することでした。この鉢植え用のマークは、赤、青、黄の3色の縞模様の円筒が選択されました(図4)。このマークの認識はシーケンシャルに実行され、最初のステップでは、マークに使用されている色が高い割合で含まれ

ている画像エリアの識別を行います。次に、これらの画像エリアの配置を使用して、探しているマークと、環境内の他のランダムな画像成分とを区別します。発見されたマークのサイズとステレオ画像の深さの情報が、車両とマーク付きの鉢植えとの距離を測定するための基準値として使用されます。

Roland Werner
カイザースラウテルン大学



まとめと今後の展望

Field Robot Event 2012は、MECチームの車両開発にとって第2のステージとなりました。このチームは、前年度のデビュー時と比較して、18チームでの順位が10位から6位に上がりました。特に、dSPACE MicroAutoBox IIへのプラットフォームの変更が大きく貢献しました。信頼性が高く実績のあるツールを使用することにより、このチームは機能の開発に集中することができました。また、MicroAutoBox IIとEmbedded PCとの組み合わせが特に効果を発揮し、このチームは、リアルタイム要件を満たしたハードウェア指向のアプリケーションと、さまざまなI/Oインターフェースを、PCの柔軟性を犠牲にせずに実装すること

ができました。カイザースラウテルン大学の学生たちの次のステップは、プラハにあるチェコ生命科学大学(CZU)で開催されるField Robot Event 2013に、さらに最適化を進めた車両で出場することです。

Roland Werner氏

同氏は、カイザースラウテルン大学機械および自動車工学メカトロニクス研究所(所長: Prof. Dr.-Ing. Steffen Müller)の研究助手で、学生たちによる自律型車両の開発を指導しています。

