

「遠隔監視ロボット農機」とは何か？

スマート農業を行う上で欠かせない要素である車両ロボット、いわゆる「ロボット農機」は、現在レベル1、レベル2、レベル3の3つに区分されています(図1)。

レベル1は「GNSSオートステアリング」によって、人間が手放してトラクターやコンバインなどの農機を運転するものです(応用編・第1節参照)。そしてレベル2は、人間が乗らない無人農機ですが、ロボット農機の近くで人が目視監視をして安全を確保することが前提となっています(応用編・第2節参照)。

これに対してレベル3では、近くで目視監視する必要がなく、離れたところにある監視センターから監視者1人がモニターを見ながら複数のロボット農機の作業を監視できるようになります(図2)。

もう1つの特徴は、圃場間の移動です。つまり、農機置場から自動で出て圃場に向かい、さらにほかの圃場にも移動して、最後に農機置き場に戻ってくるところまでを遠隔監視で行えるようになります。

これらのことから、遠隔監視ロボット農機とは、「離れたところから監視することで、農作業や、圃場間の移動が可能なロボット農機」と定義することができます。

遠隔監視ロボット農機の現状と問題点

とはいえ、レベル3の遠隔監視ロボット農機は、まだ実用化されていません。それにはいくつかの理由があります。まず「技術的問題」として、以下の課題をクリアしなければなりません。

- 低遅延の無線伝送
- 高速大容量の通信

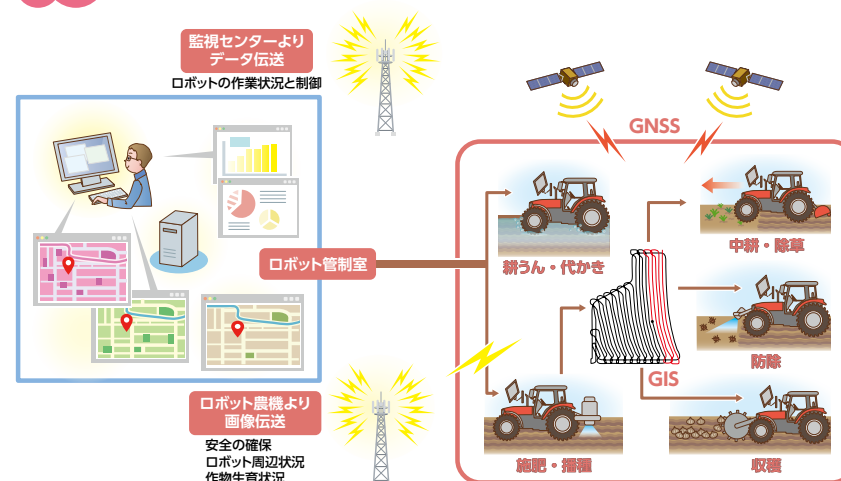
電波を使って離れたところから監視するわけですから、ロボット農機からの映像が遅れるようでは、障害物や人にぶつかる可能性が高くなって非常に危険です。そもそも映像情報はデータ容量が大きく、その大容量の情報を高速で送れなければならないのです。仮に実用化されたとしても、通

図1 農作業のロボット化のロードマップ



レベル1は、現在多くの農業従事者が利用しており、レベル2も2018年には商品化され、各社から販売されている。特にレベル2は、①労働力不足の大幅改善、②作業精度・作業能率の向上、③農業従事者が他の業務に時間を割くことができるなどのメリットをもたらしているが、レベル3はさらなる効率化・省力化が期待できる。

図2 遠隔監視ロボット農機の全体イメージ



監視センターからの遠隔監視によって、複数の農機のさまざまな作業を制御することができ、農機周辺の情報などはロボット農機から伝送される。ロボット農機はGNSS衛星からの位置情報によって自分の位置を把握して、図のように圃場を走行する。GISは「地理情報システム」といい、地理的な情報が地図に反映される。

信が混雑して、遅延したり高速性が低下したりする可能性があります。このため、安定した「低遅延・高速大容量通信」の実現が必須といえます。

もう1つは「法制上の問題」です。遠隔監視ロボット農機は圃場間の移動を行えることが大きな特徴ですが、現在の道路交通法では無人の車両が一般の公道を走行することを禁止しています。このため、圃場を結ぶ一般道を遠隔監視ロボット農機が無人で移動することができません。

こうした技術的・法的問題があるため、遠隔監視ロボット農機は、まだ実用化にいたっていません。

実証実験①

—— 遠隔監視ロボットトラクターの安全策

遠隔監視ロボット農機の現在の到達点を、いくつかの実証実験から見てみましょう。

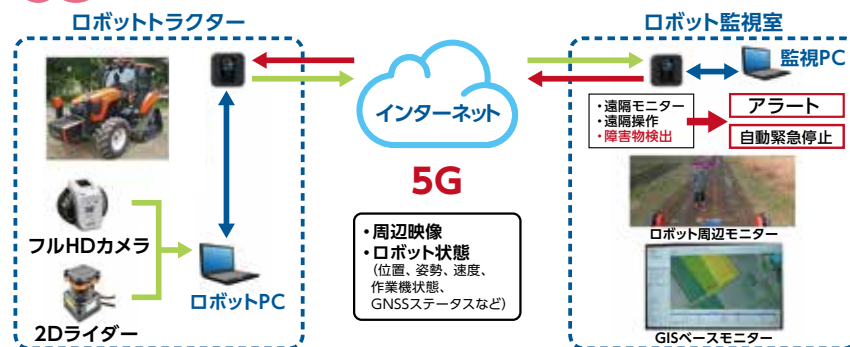
通常、遠隔監視ロボット農機には、高い精度で位置を計測できる装置の「RTK-GNSS受信機」と、車体の傾き(姿勢)を測るセンサの「IMU」が必ず必要となりますが、さらに農機周辺を認識するセンサも重要です。

現在、北海道大学(以下、北大)とNTTグループは、レベル3の遠隔監視ロボット農機の安全性確保を目標として研究開発を進めています。この実証車両にはRTK-GNSSとIMUの他に、マシンビジョンとしての高解像度の「フルHDカメラ」と、光によって障害物を検知して距離を測る「2Dライダー(LiDAR)」が、周辺の環境を認識する安全センサとして装備されています。

このロボット農機の遠隔監視の全体像は図3のとおりです。データは5G通信によってインターネットのクラウドを介してやり取りされます。フルHDカメラによって障害物を検知し、AI(人工知能)が判断してアラートを出し、危険が増大したときはAIが自動的に緊急停止させます。

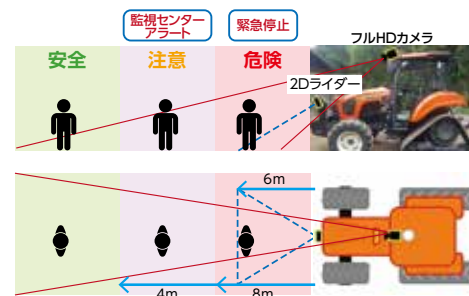
伝送の遅延・タイムラグが大きくなって対応が遅れることもありえますが、そのときは2Dライダーで検知してロボット農機側が処理して、自動的に停止するしくみとなっています。いわば、安全対策が二重、三重に施されているわけです(図4、写真1、2)。

図3 北海道大学とNTTグループによる遠隔監視の全体像



ロボット監視室では農機から送られてきた映像を監視者が確認。AI(人工知能)が障害物を察知したときはアラートが出され、必要な場合は自動緊急停止させる。2Dライダーはロボット農機側のコンピュータが処理するしくみとなっている。

図4 障害物検出システムの多層化



この実証車両では、12m以上離れたところは安全域として設定。12m以内になったら、障害物をAIが検出し、監視センターのアラートを鳴らす。さらに近づいて8m以内となると緊急停止となるが、伝送遅延などによって衝突する危険が増大したときは、2Dライダーが検出し、ロボット農機側のコンピュータの判断で緊急停止する。

写真1 フルHDカメラによる前方の映像



左下には、アラート用パトライトがある。

写真2 路上に人を検知



AIが判断してパトライトを点灯。さらに近づくと、自動的に停止する。

一方、遠隔監視ロボットトラクターに搭載されている障害物検知用のフルHDカメラは、障害物検知のみならず他の用途にも利用できます。たとえば、作物の生育や病害虫の状態、あるいは作業機が正常に動作しているかなどを遠隔地で監視者が確認したり映像を記録したりすることができます。

実証試験②——より遠距離から複数を監視する

さらに北大は、監視センターの1人が複数のロボット農機を監視することが可能かどうかの実証実験を行っています。この実験では、北海道岩見沢市にある監視センターから37km離れた北大の研究農場で2台、7km離れたところの西谷内農場で2台、計4台のロボット農機の制御・監視を行いました(写真3、4)。

この実験では、「ヤンマー社ホイール型トラクター」と「ヤンマー社クローラ型トラクター」(以上、北大)、「クボタ社ホイール型トラクター」と「クボタ社クローラ型トラクター」(以上、西谷内農場)の2社の農機が異なる作業を行う設定で実施されました。

写真4の中央のモニターは「GISモニター」で、現在のロボット農機の位置や速度、作業内容に関するデータを地図上に表示します。

この実験では、遠距離から複数のロボット農機を監視することができました。ただし、3人が見ていることからわかるように、1人の監視者による4台の監視・制御は、やはり困難です。

将来的には、監視者がトレーニングを積むことで、もっと多くのロボット農機を監視できるようになるでしょう。しかし、それでもAIによる認識と緊急停止は、サポート機能として不可欠といえます。

現在、北大では、さらに遠距離からの試験を行っています。北海道浦臼町や石川県鳳珠郡にある果樹園、高知県安芸郡の柚子農園などの実際の農園で作業を行う電動ロボットを北大の監視センターから遠隔監視・制御する実験です(図5)。このように遠隔地からの監視のもとで複数のロボット農機がさまざまな作業を行う農業のことを「リモート農業」といいます。このリモート農業の実証は2022年度から始まっており、現在検証作業が

写真3 ロボット監視室と実証フィールド



実証試験では、監視センターから37km離れた北大と、7km離れた岩見沢西谷内農場の合計4台の遠隔監視ロボット農機を制御・監視した。

写真4 監視センターのようす



真ん中の人物のみが監視作業を行った。モニターは左側が北大研究農場の2台。右側が西谷内農場の2台を示す。

行われています。

遠隔監視ロボット農機がもたらす将来像

もし、レベル3の遠隔監視ロボット農機によるリモート農業が普及すると、「新しいビジネスモデル」が確立される可能性が高まります。たとえば近年、農業従事者の高齢化が進んでいますが、こうした高齢の従事者たちに代わって「作業の請負・シェアリング」を行うビジネスが発展し、農業従事者の仕事を補助することも可能となるかもしれません。農業の世界に新規参入する企業が農業に変革をもたらすかもしれないのです。

また、高齢化が進んで管理が困難になった農地が遊休地や耕作放棄地になって荒れ地となってしまうと、景観や防災、環境維持の面でも問題が出てきます。そこで企業がリモート農業によって圃場の管理を行うことで、こうした問題を解決する可能性もあります。

研究開発の流れとしては、将来的にはロボット農機をもっと小型化してAI機能を持たせ、以下を実現することを目指しています。

- より自律的なロボット農機によるさらなる省力化。
- AI機能を持ったロボット自身の熟練技術の体得。
- それによるリモート農業の実現。

これにより、以下のことが期待できます。

- ★ 距離的に制限のない遠距離から、人間に代わって農業を行うことで、人手不足の現状に新しい農業の形を提示する。
- ★ 距離的制限がないので、海外のロボット農機を制御することが可能となり、世界的な食料生産体制の安定につながる。
- ★ 日本の技術が世界の食料生産において大きな貢献ができる。

遠隔監視ロボット農機の研究開発は、高齢化が進む日本の農業に即した新しい農業のあり方を提示し、ひいては世界の食料事情にも大きな影響を与える可能性を秘めているといえるでしょう。

図5 リモート農業の実証紹介



実証試験では、北海道浦臼町の「鶴沼ワイナリー」、石川県鳳珠郡にある「能登ヴィンヤード」の2つのぶどう園と、高知県安芸郡北川村の「土佐北川農園」の柚子畑という、実際の農園の協力下で実施。北大の監視センターから鳳珠郡まで700km、安芸郡の農場までは1240km離れている。