

林業生産現場での イノベーション 車両系自動走行の未来

未来の山で誰が木を伐るのか？

2050年のカーボンニュートラルの達成に向けて、CO₂の吸収源としての森林に注目が集まっています。

森林をCO₂の吸収源として利用するためには、木材の利用を促進するとともに、持続的な維持・管理体制と、安定した木材の供給が重要です。すなわち、「伐つて、使って、植える」という森林の循環的な利用が求められています。

この「伐つて」に相当する木材の伐出には林業機械が必要不可欠です。しかし、木材の伐出が行われる林業は労働者1000人あたりの死傷者数を示す死傷年千人率が全産業の中でも最も高く、また林業従事者数も長期的に減少傾向にあ



写真1 木材を搬出するフォワーダ

り、担い手が減っていくという切実な課題を抱えています。今後、人手不足が見込まれる中で森林を持続的に維持・管理していくには、これまで以上に安全性を高めることと、作業者が少なくても効率よく（生産性の高い）作業を行うことが必要です。この課題に対して、無人で動き、生産性を高める林業機械の自動化に関する研究が進められています。

機械に道を判断させる

私たちは、現在運用されている林業機械の自動化に取り組んでいます。木材を搬出するためには様々な手法が用いられていますが、そのひとつが森林内に道を整備し、機械に木材を積載して搬出を行う手法（車

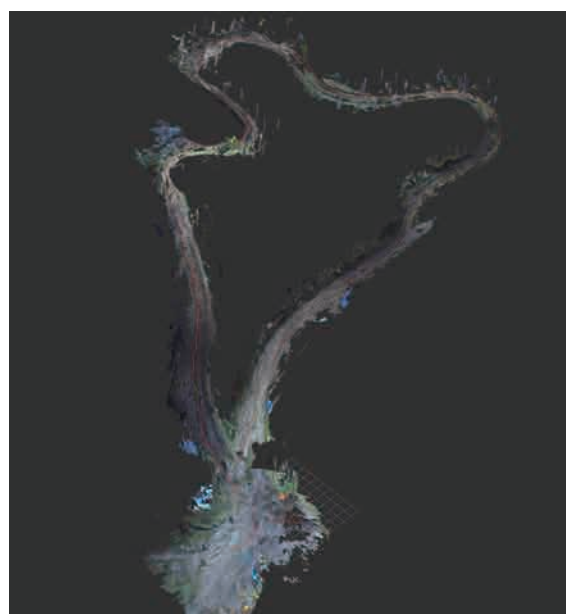


図1 カメラを利用した森林内位置情報の推定
画面内赤色の線が走行経路を示す。

両系作業システム）です。このシステムでは、木材を積載したフォワーダと呼ばれる機械（写真1）が、森林内の未舗装路（作業道）を走行します。フォワーダを自動走行させる上で重要なのが、「道から逸脱しない」ということです。「道から逸脱しない」ための技術のひとつとして、機械が自分の位置（自己位置）を正確に把握し、地図と照合しながら走行する方法があります。

一般的に、屋外での正確な自己位置の把握には全球測位衛星システム（GNSS）が利用されますが、森林内ではGNSSを用いてリアルタイムで正確な位置情報を安定して得ることが難しく、カメラやレーザ等を利用した位置情報の取得が試みられています（図1）。しかし、これらの手法もまだ開発段階で実用上の課題があることや、複数のシステムを併用して安全性を高める必要があることから、機械がその場で道を判断しつつ走行することも必要です。

私たちは、近年利用が進む深層学習^{註1}を使って、林業機械に搭載したカメラから森林内の道を判別するシステムを開発しました。深層学習で道を検出する技術は既に他の分野で開発されています

研究者の横顔

Q1. なぜ研究者に？

一言で言えば、一日中研究をしていて楽しかったから、でしょうか。もともと周りに自然が多くある環境で育ち、その中で自然と調和し、時に立ち向かう仕事がしたいとほんやりと思うようになりました。

Q2. 影響を受けた人など

大学の指導教官です。研究者とは研究するだけの人ではなく、研究成果やコンセプトを社会に還元する人であるということを学びました。

Q3. 研究の醍醐味は？

アイデア次第で自分の仕事の積み重ねが何十年と残る可能性があり、場合によっては社会を一変させる可能性があることが魅力だと思います。

Q4. 若い人へ

研究者とは勉強ができる人ではなく、研究ができる人です。トップランナーが鎬^{しのび}を削る研究分野もありますが、地味で誰もやっていないことや、他の分野のアイデアを組み合わせることで、競争を避けつつ研究することもできます。とりあえず興味を持ったことに対して、様々なことを試してみるのもよいかもしれません。予想外のことが思わぬ結果につながることもあるのが研究です。

▶ 註1：深層学習

人間の神経細胞を模した多層的なネットワークによって、データの特徴をよりきめ細かく判断して機械学習を行う。音声や画像の認識などに利用されている。



有水 賢吾 Usui Kengo

林業工学研究領域



図2 深層学習による作業道の検出結果
Road classに相当する作業道がほぼ正解となる教師データ通りに検出できている。
左上：実際の作業道。
右上：正解となる教師データ。
左下：検出された作業道。



図3 画像生成手法を利用した作業道の画像 左：入力した道の輪郭。 右：生成された作業道画像。

深層学習による作業道の検出

が、林業にこれを適用するためには森林内の環境に合わせた学習が必要となることから、データの取得・整備を進めています。

実際の作業道の画像と正解教師データの画像のペアを作成し、学習を行いました。学習後のモデルを用いて作業道を検出した結果、90%以上の精度で作業道を検出することができました^{図2}。また、最近では画像生成AIの利用も盛んに行われています。林業分野においてもこれらの画像生成手法を利用するために、道の輪郭から作業道の画像を生成する手法も検討しています^{図3}。生成した画像は、深層学習による作業道検出のための学習データとして利用することが可能です。通常、深層学習による作業道の検出には多くのデータが必要ですが、林業分野では利用可能なデータが少ないことが課題となっています。この課題に対し、生成した作業道の画像と実際の作業道の画像を組み合わせて学習を行いデータ数の不足を補うことで、作業道の検出精度を向上させることが可能でした。

今回、学習と検出に用いた作業道は1路線だけで、どの作業道にもこのまま適用できるわけではありませんが、学習データを増やすことで、今後、様々な作業道に対応可能な手法であると考えています。