

球面上の曲線の内在的性質の研究

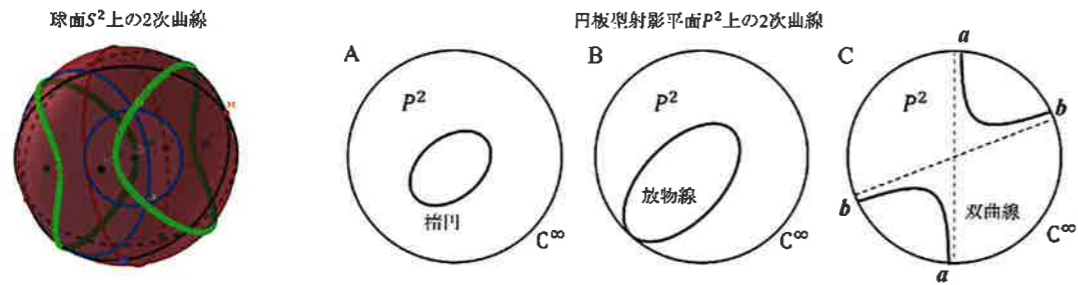
田村 篤史、児玉 英一郎、山田 敬三、片町 健太郎

研究計画書にも書いたように、この分野は意外とブルーオーシャンであり、新発見がいくつか報告されています。

平面幾何における三角形の心(内心、外心、重心など)は、2024年1月24日現在で61、102個発見されており、今後も発見が続くことが見込まれています(平面三角形の心のすべてに価値がある訳ではありません)。一方、これらの心のうち、球面三角形の心として何が生き残るのか、については現在も活発な議論が行われています。さらに、球面三角形の心と双曲三角形(特にKleinモデル)の心の多くが1対1に対応しているようだ、ということもわかってきています。このことによって、球面三角形ではなくKleinモデルから生き残る心特定しようとす

る試みもあります(ただし、完全に1対1に対応している訳ではありません)。

われわれはこれらの先行研究を受けて、心ではなく球面上の曲線を、Kleinモデルをはじめとする円板モデルによって、その性質を理解したり分類したりできないか、ということに取り組んでいます。球面をR3の部分空間として捉えても、多様体として捉えても、球面上の曲線の性質を計算するのは非常に複雑です(微分方程式が解けないことが多いです)。しかし、何らかの円板モデルであれば、比較的計算が容易になるのではないかと考え、現在、模索しています。



球面上の緑線は、楕円、双曲線、放物線のいずれでもある。Cのaどうしbどうしは同一視されるので、A, B, Cの3曲線は同相である。

算数障害の分類の再考察および抽出法の開発

田村 篤史、児玉 英一郎、山田 敬三、片町 健太郎

この分野は、盛岡市内の高校との連携を受けて、研究を進めてきました。もともと、2023年度は生徒たちの特性や誤答を分析することを目標としていました。われわれは当初、数学を原理から根本的に理解させる方向で学習デザインを作ることを考えていましたが、それは困難であるという結論に至りました。生徒たちの躓きをもっと根源的なところにあり、さらに言えば、認知スタイル等にも依存しているように思われます。つまり、数的概念の形成にまで遡る必要性も考えられ、これを高等学校の通常の授業で行うことは困難であると考えたのです(強引に進めると生徒たちの自尊心を傷つけてしまう可能

性もあるし、そもそも高等学校の課程を終えることができません)。そこで、ある種のトレーニングにより、数的概念を「体得」することが最適であると考えました(「分数の割り算はひっくり返して掛け算にする」の根拠を小学校では教えずに、体得させることと同じです)。2024年度の研究目的は、効果的なトレーニングにより生徒たちに数的概念を体得させ、高等学校の課程で求められる数的処理を行えるようにすることです。これに伴い、当該高校の生徒たちの個別状況に合わせて、下位問題を自動生成するシステムの開発を行うことにしました。これには、企業2社にも参画していただく予定です。

Towards the Implementation of Digital Twins for Agricultural Applications

Stephanie Nix、間所 洋和

01 背景

近年、デジタルツインが注目を集めています。デジタルツインとは、現実世界の製品やプロセスなどの物理的な情報を高精度な仮想空間に再現し、双方向でデータを統合することで、より効率的な運用を図る先進的かつ革新的な技術です。この技術を農業分野に応用することで、生産性の飛躍的な向上や作業の抜本的な効率化が期待されます。特に、AIやIoTなどの他の技術との組み合わせにより、デジタルツインは農業の未来を大きく変革する可能性を秘めています。

02 研究の目的

本研究の目的は、無人航空機(UAV)や無人地上車(UGV)に電波測距(LiDAR)センサ、高解像度光学カメラ、高精度慣性測定ユニット(IMU)を搭載し、デジタルツインを農業分野へ本格的に導入するための可能性を検証することです。農地や果樹園の精密な3次元計測、作物の生育状況の詳細なモニタリング、高度な病害虫防除技術の開発、効率的な除草作業の実現、最適な施肥管理の実現を、仮想空間と物理空間をシームレスにリアルタイムで統合することで目指します。この試みにより、零落が止まらない日本の農業分野に、革新的なイノベーションをもたらすことが期待されます。

03 研究内容

本研究では、農業関連企業や大学の研究機関などにも連携し、最先端のシミュレーション技術と高度な深層学習フレームワークを駆使することで、デジタルツインの農業分野への最適な応用方法を探索します。長年の課題である食料自給率の大幅な向上、食品の安全性確保への対応強化、若年層の農業離れ防止と新規参入促進、日本農業の新たなフロンティアの開拓などに資する要素技術の開発を主要な目標に掲げています。具体的には、LiDAR、高性能光学カメラ、UAV/UGVなどのデバイスを組み合わせた精密計測技術の有効性検証、AIによる作物生育予測モデル、病害虫自動検知・防除モデル、雑草自動識別・除草モデル、土壌センシングによる最適施肥モデルなどの開発を進めています。これらの革新的な技術を組み合わせることで、食料安全保障の強化と若年層の積極的な農業参加促進に貢献し、日本の農業に新たなパラダイムシフトを切り拓く糸口の探究を続けています。

04 研究成果

本研究では、現時点で3点の成果が得られました。1点目は、3Dプリンタで独自に設計・製作したブドウ収穫ロボットを試作しました。デジタルツインとの連動により、ブドウの果実を傷つけず、高効率な収穫作業が期待されます。2点目は、連携先の大学の協力を得て、ブドウ園の詳細な画像データを収集し、最新のYOLOv5を用いたブドウ房や傷んだブドウの高精度検出、基盤モデルによるブドウ房の粒単位での区分画を実現しました。また、拡散モデルによりブドウの画像を生成することで、学習モデルを拡張しました。3点目は、ドローンから取得したRGBデータとLiDARデータを組み合わせた先進的なマルチモーダル深層学習モデルにより、リンゴ園の高解像度3次元復元を実現しました。



04 展望

デジタルツイン技術の農業分野への本格的な導入により、生産性や収益性の飛躍的な向上が期待できます。本研究が、日本の農業の生産力強化と持続可能な発展を実現する上で、中核的な役割を果たすことを確信しています。デジタルツインは、日本の農業を未来へと再飛躍させる究極のゲームチェンジャーとなり得るでしょう。

発表実績

1) 橋本真澄、山本聡史、山山幸一、間所洋和、ニックス ステファニー、西村洋、LiDARセンサを用いたほ場の3次元再構築の現状、令和5年度農業食料工学会東北支部支部大会、2023年8月21日。