



Smartphone Application for Detecting and Visualizing Ganoderma Disease Stages in Oil Palm

アブラヤシにおけるガノデルマ病ステージの検出と可視化のためのスマートフォンアプリケーション

D.A. Samitha Daranagama ^{1*}, Wataru Takeuchi ¹
¹ Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, Japan



Abstract: Oil palm, one of the world's most important oil crops, faces severe threats from Ganoderma (Basal Stem Rot), which can reduce yields by 50-80% in Southeast Asian plantations. We developed a smartphone-based solution using deep learning in real-time disease stage detection. Our "Gano Stage" app with integrated Web GIS dashboard provides an accessible, cost-effective tool for early detection and spatial monitoring of Ganoderma disease in oil palm plantations.

要旨: アブラヤシは世界で最も重要な油糧作物の一つであり、東南アジアのプランテーションではガノデルマ菌（バサル・ステム・ロット）によって収量が50～80%減少する深刻な脅威にさらされています。本研究では、病害ステージをリアルタイムで検出するディープラーニング技術を用いたスマートフォンベースのソリューションを開発しました。開発した「Gano Stage」アプリはWeb GISダッシュボードと連携しており、アブラヤシにおけるガノデルマ病の早期発見と空間的モニタリングを可能にする、アクセスしやすくコスト効果の高いツールです。

Key Words: oil palm, Ganoderma, early detection, deep learning, smartphone app

I. Introduction 背景

Palm oil is economically vital for Indonesia and Malaysia and for global food security, but Ganoderma disease threatens sustainability through severe yield losses and tree mortality. Early detection is vital for preventing further damage and effective management, yet existing methods are often costly, time-consuming, and impractical for large-scale plantations. This study introduces a non-destructive smartphone-based deep learning approach for real-time disease stage detection in resource-constrained environments.

パーム油はインドネシアおよびマレーシアにとって経済的に重要であり、世界の食料安全保障にも貢献しています。しかし、ガノデルマ病は深刻な収量減少や樹木の枯死を引き起こし、その持続可能性を脅かしています。さらなる被害を防ぎ、効果的に管理するためには早期検出が不可欠ですが、既存の手法は多くの場合、高コストかつ時間がかかり、大規模プランテーションでの実用性に乏しいのが現状です。本研究では、資源の限られた現場環境でも利用可能な、非破壊型のスマートフォンベースのディープラーニング手法による病害ステージのリアルタイム検出技術を提案します。



Figure 1: (A) Healthy plant, (B) Early infected plant, (C) Severely infected plant
図1: (A) 健康な樹木、(B) 初期感染の樹木、(C) 重度感染の樹木

II. Methodology 方法論

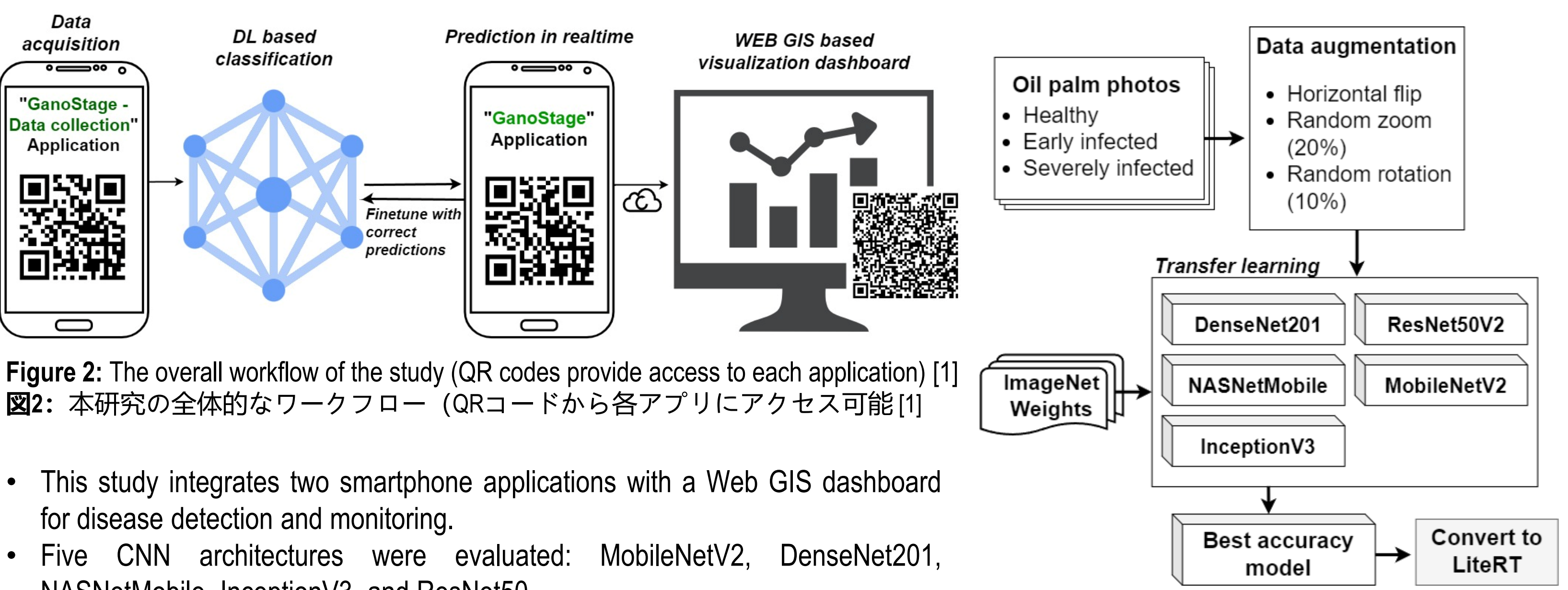


Figure 2: The overall workflow of the study (QR codes provide access to each application) [1]
図2: 本研究の全体的なワークフロー (QRコードから各アプリにアクセス可能) [1]

- This study integrates two smartphone applications with a Web GIS dashboard for disease detection and monitoring.
- Five CNN architectures were evaluated: MobileNetV2, DenseNet201, NASNetMobile, InceptionV3, and ResNet50.
- The best-performing model was deployed in the “Gano Stage” app for real-time detection in the field.
- Model predictions are automatically updated and visualized through the Web GIS dashboard.

Figure 3: CNN based classification workflow [1]
図3: CNNベースの分類ワークフロー [1]

- 本研究では、病害検出とモニタリングのために、2つのスマートフォンアプリケーションとWeb GISダッシュボードを統合しています。
- MobileNetV2、DenseNet201、NASNetMobile、InceptionV3、ResNet50 の5つのCNNアーキテクチャを評価しました。
- 最も精度の高いモデルは、「Gano Stage」アプリに実装され、現地でのリアルタイム検出に利用されました。
- モデルの予測結果はWeb GISダッシュボード上で自動的に更新・可視化されます。

III. Results and Discussion 結果と議論

Table 1: Performance metrics of the CNN models for classification of Ganoderma infection stage [1]

CNN model	Disease stage	Precision	Recall	F1-score	Accuracy
DenseNet201	Healthy	0.82	0.43	0.56	0.71
	Early infected	0.53	0.90	0.67	
	Severely Infected	1.00	0.81	0.89	
InceptionV3	Healthy	0.73	0.52	0.61	0.73
	Early infected	0.56	0.75	0.64	
	Severely Infected	0.95	0.90	0.93	
MobileNetV2	Healthy	0.73	0.76	0.74	0.77
	Early infected	0.65	0.75	0.70	
	Severely Infected	1.00	0.81	0.89	
NASNetMobile	Healthy	0.63	0.57	0.60	0.66
	Early infected	0.50	0.60	0.55	
	Severely Infected	0.89	0.81	0.85	
ResNet50V2	Healthy	0.68	0.81	0.74	0.76
	Early infected	0.69	0.55	0.61	
	Severely Infected	0.90	0.90	0.90	

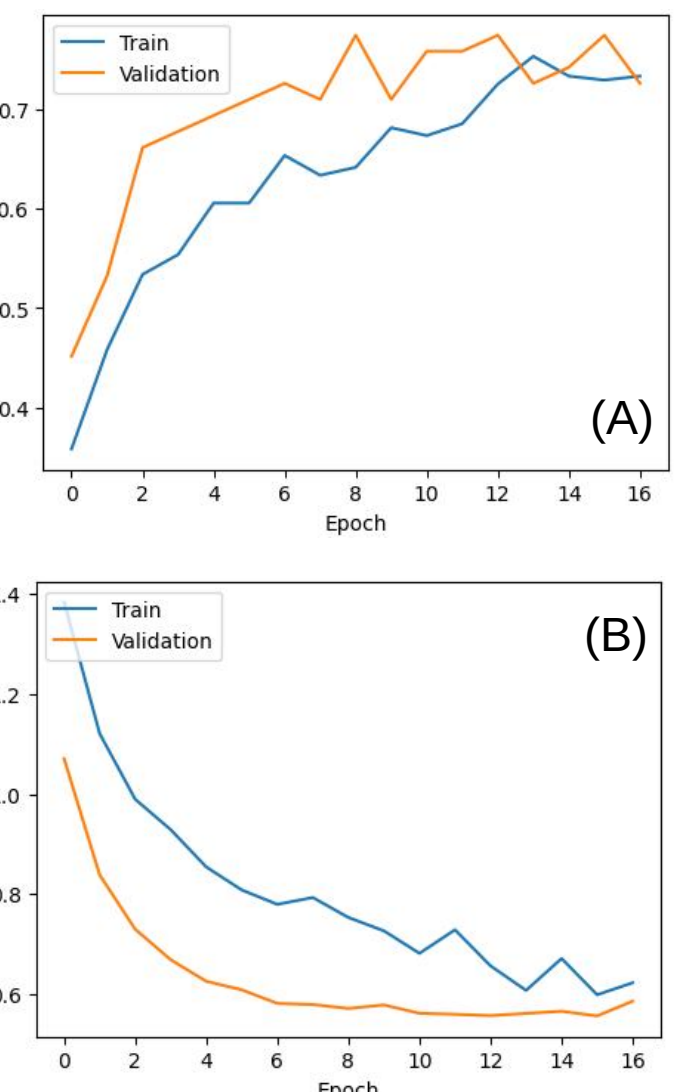


Figure 4: (A) Accuracy curves (B) Loss curves [1]
図4: (A) 精度カーブ (B) 損失カーブ [1]

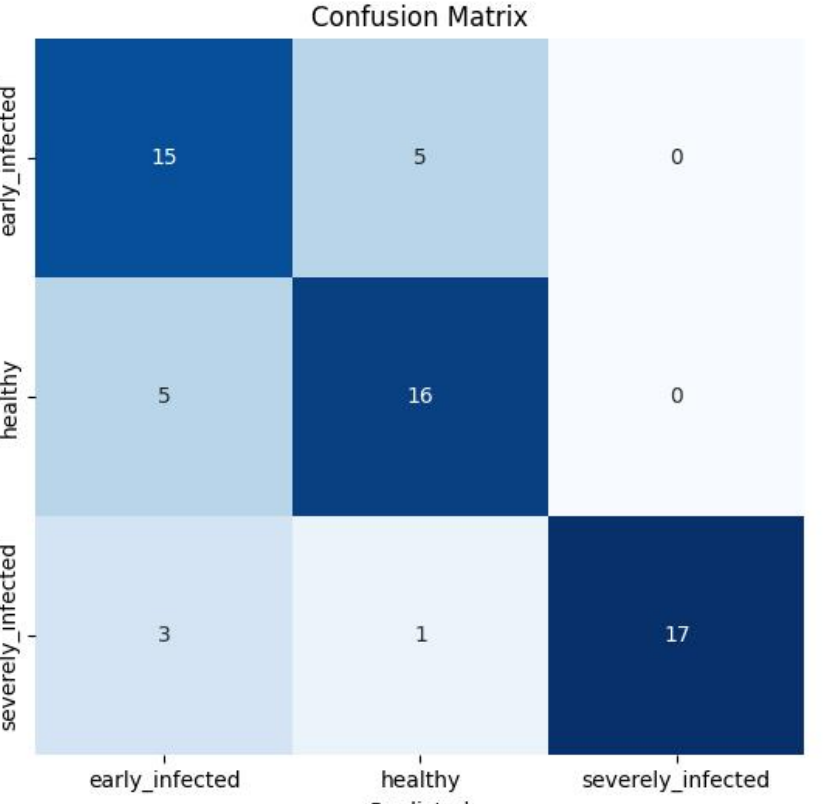


Figure 5: Confusion matrix of MobileNetV2 [1]
図5: MobileNetV2 の混同行列 [1]

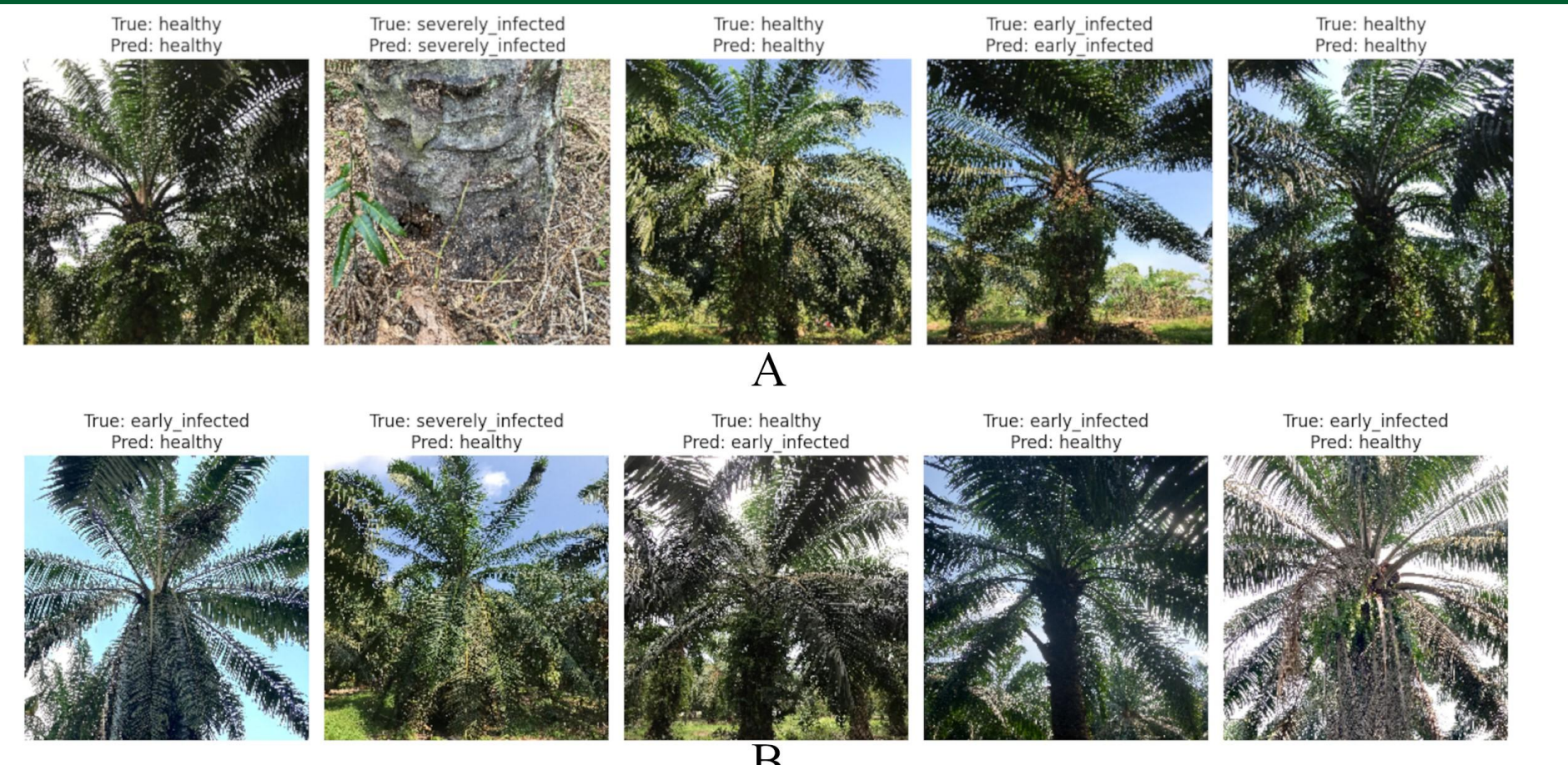


Figure 6: (A) Correctly classified images from MobileNetV2 model, (B) Incorrectly classified images from MobileNetV2 model [1]
図6: (A) MobileNetV2モデルによる正しく分類された画像、(B) MobileNetV2モデルによる誤分類された画像 [1]

- Among the models tested, MobileNetV2 demonstrated the best overall performance. Therefore it was employed in the “Gano Stage” application.
- テストしたモデルの中で、MobileNetV2が最も優れた全体的な性能を示しました。そのため、「Gano Stage」アプリに採用されました。

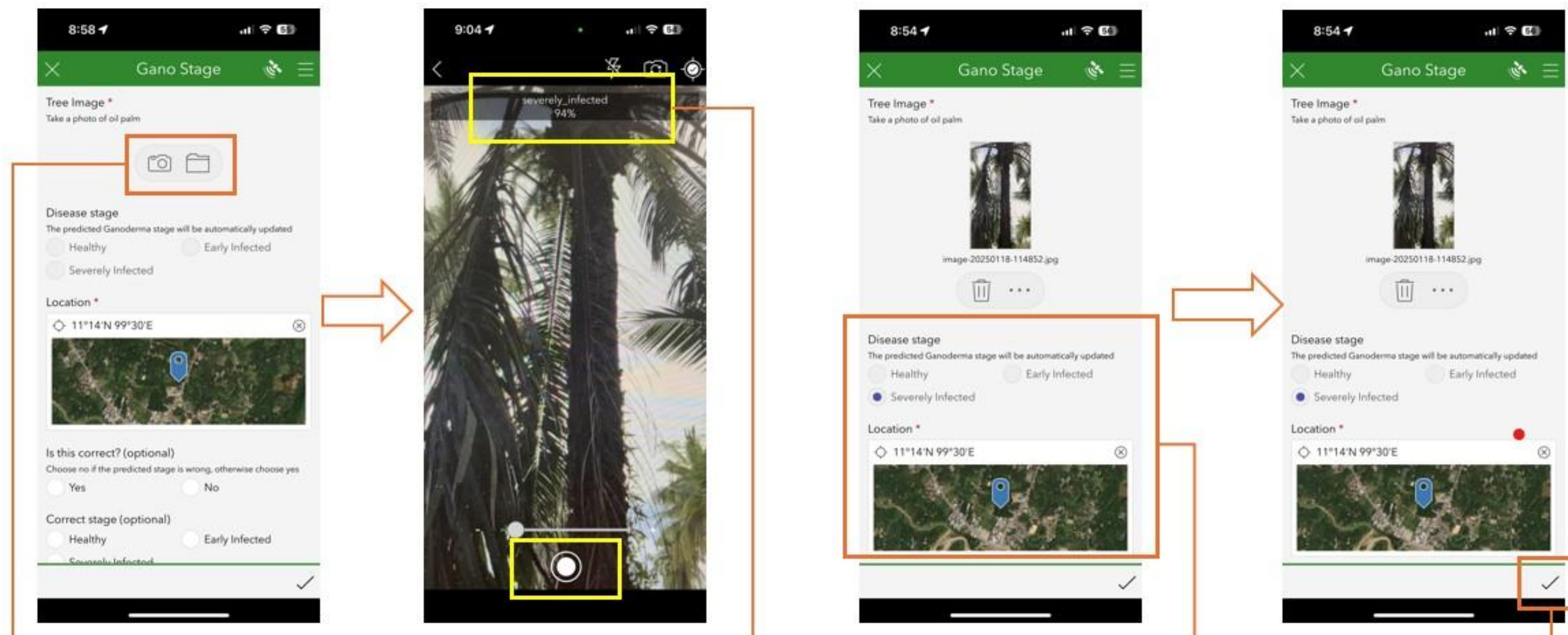


Figure 7: “Gano Stage” app functionality for detecting the Ganoderma infection stage [1]
図7: 「Gano Stage」アプリによるガノデルマ感染ステージの検出機能 [1]

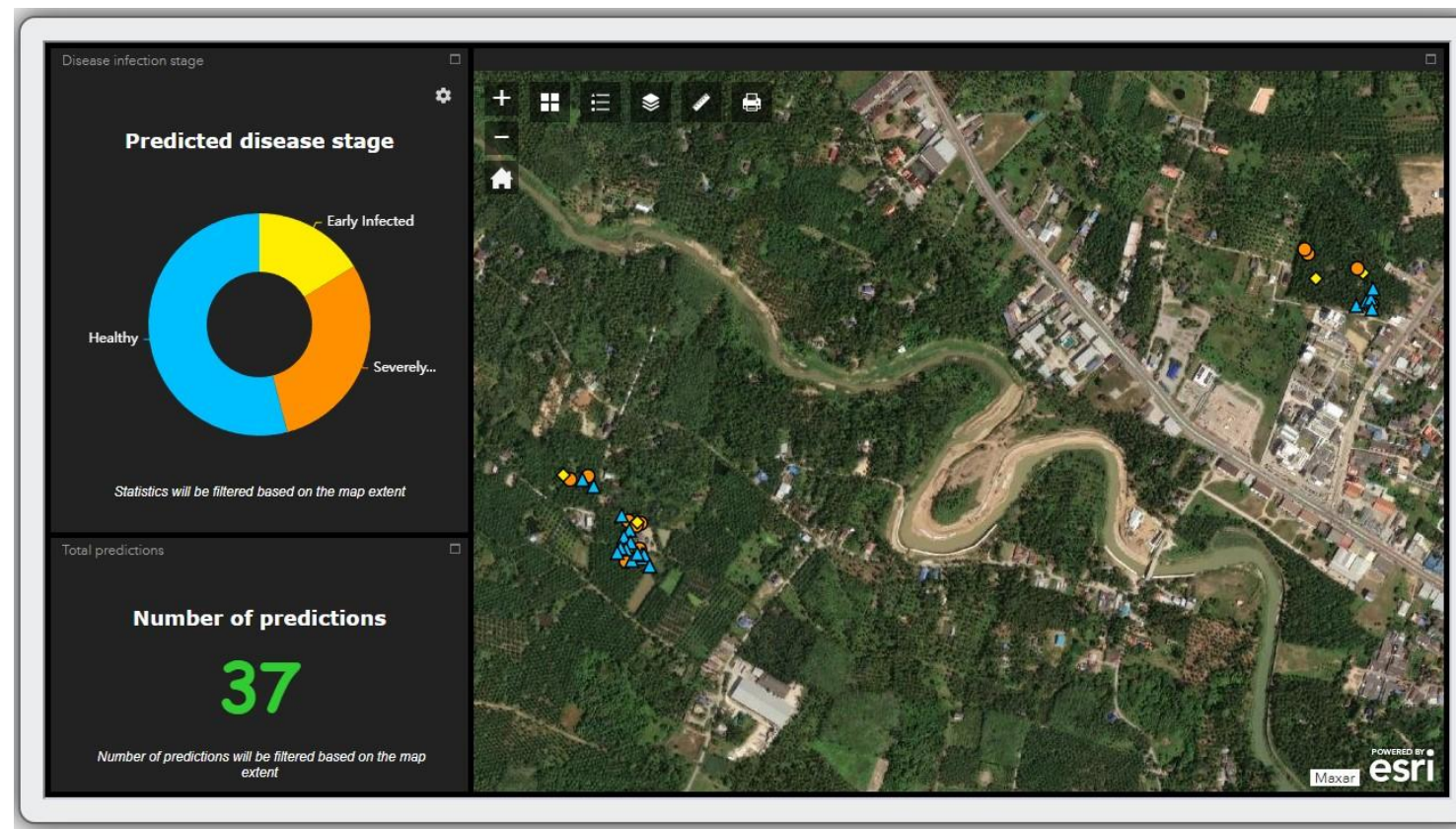


Figure 8: Web GIS based dashboard [1]
図8: Web GIS ベースのダッシュボード [1]

- This user-friendly system is applicable for all skill levels, enabling plantation managers, researchers, and field workers with minimal technical expertise to effectively monitor disease.
- Developed using ArcGIS Survey123, the cross-platform solution (iOS/Android) utilizes widespread smartphone usage to ensure seamless data collection and easy adoption.

- このユーザーフレンドリーなシステムは、すべてのスキルレベルのユーザーに対応しており、プランテーション管理者、研究者、そして技術的知識の少ない現場作業でも効果的に病害をモニタリングできます。
- ArcGIS Survey123 を用いて開発された本システムは、iOSとAndroidに対応したクロスプラットフォームのソリューションであり、スマートフォンの普及を活かして、スムーズなデータ収集と簡単な導入を実現します。