

作物収量予測のためのモバイルアプリケーションのオフライン対応

重本 拓己*, 東野 正幸, 川村 尚生, 坪 充
(鳥取大学)

Offline Support of a Mobile Application for Crop Yield Prediction

Takumi Shigemoto*, Masayuki Higashino, Takao Kawamura, and Mitsuru Tsubo
(Tottori University)

1 はじめに

降雨量の限られた乾燥地で農業従事者が安定かつ自立した作物栽培を行うには、降雨量に基づいた作物収量の予測が重要である。乾燥地では降雨量を記録するためのインフラ整備が難しい地域が多い。しかし、近年ではスマートフォンとインターネットが普及しつつある。このため、農業従事者がスマートフォンを用いて降雨量等を記録し、これらのデータをインターネットを介して集積・分析することで、当該地域での作物収量を予測できる可能性がある。

そこで我々は、農業従事者が手作りの雨量計を用いて測定した圃場の降雨量と栽培する作物に関するデータをモバイルアプリケーション（以下、本アプリ）によりクラウドへ集積し、集積したデータと気候予測データを用いた分析により得られた作物収量の予測結果を農業従事者に提示するシステムを開発している [1]。

しかし、都市部から離れた圃場では通信インフラが整備されていない場合が多い。本アプリはこれまでクラウドを用いたオンライン環境での利用を前提としていたため、通信インフラが整備されていない圃場では降雨量等の記録を行うことができず、利便性に課題があった。

そこで本研究では、本アプリを利用する際にモバイル端末がネットワークに接続されているかどうかに関わらず、入力データをローカルデータベースに保存し、ネットワークに接続された時にローカルデータベースとクラウドデータベースをバックグラウンドで自動的に同期することで、本アプリのオフライン対応を実現する。

2 本アプリの概要と課題

本アプリ [1] の目的は、農業事業者による作物収量の予測情報を提示することである。本アプリを用いて圃場の降雨量や栽培する作物に関するデータをクラウドへ集積し、集積したデータを専用サーバで分析することで得られた作物の播種時期、播種基準、施肥基準、及び推定収量等の情報を農業従事者に提示する（図 1）。なお、作物収量の予測において特に重要となる降雨量は、ペットボトル等を用いて作成した手作りの雨量計を用いて日毎に測定される。作物収量の予測は作物モデル [2] を用いて行われる。

我々は本アプリをサブサハラ・アフリカ地域での実証実験に使用することを予定している。しかし、当該地域の圃場の近くでは通信インフラが整備されていないことと本アプリがオンラインでの利用を前提としていたことから、当該地域の圃場の一部で本アプリを使用できない問題があ

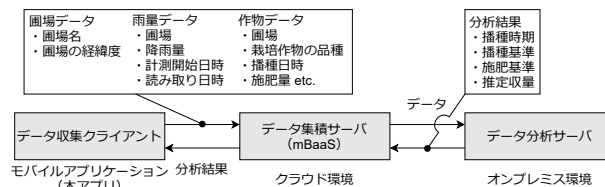


図 1 本システムの概要

る。そこで、モバイル端末がオフラインの場合でもユーザーが本アプリにデータを入力・保存でき、本アプリに保存されたデータはユーザーが特別な操作をしなくてもモバイル端末がオンラインの場合に自動でクラウドと同期する方式により、この問題を解決する。

3 オフライン対応の設計

3.1 ローカルデータベースへの保存

本アプリにローカルデータベースを用意し、デバイスのネットワーク接続状態に関わらず、入力データはローカルデータベースに書き込む（図 2）。また、本アプリのユーザーインターフェースは、入力データのクラウドデータベースへの書き込みを待たずに、入力データがローカルデータベースへ書き込まれた時点で画面遷移を非同期処理で行う。

3.2 バックグラウンド同期とスケジュール

本アプリは Android アプリケーションとして実装されている。Android アプリケーションは基本的にアクティビティと呼ばれるコンポーネント単位で動作するが、アクティビティはユーザーによる操作だけでなく Android 端末の状況に応じて自動的に状態が変化する。そこで、ローカルデータベースとクラウドデータベースをバックグラウンドで確実に同期するために、バックグラウンド処理に特化したコンポーネントであるサービスを用意し、ローカルデータベースとクラウドデータベースを同期するタスクを持たせる。このタスクが定期的に行われるようにスケジュールを設定する。これにより、定期的なタスクの実行時にアクティビティの状態に依存せずにローカルデータベースとクラウドデータベースが同期される（図 3）。

4 オフライン対応の実装

4.1 ローカルデータベースへの保存

入力データのローカルデータベースへの保存は、本アプリで使用しているクラウド型のデータベースである Firebase Cloud Firestore（以下、Firestore）のオフラインサポート機能 [3] を使用して実現する。オフラインサポート機能を

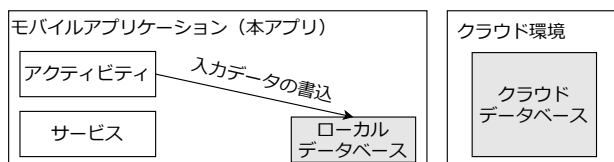


図2 ローカルデータベースへの書き込み動作

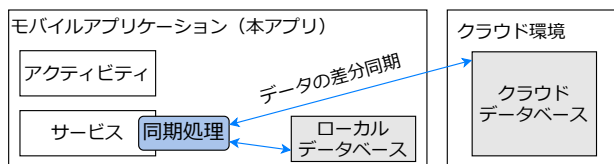


図3 ローカルデータベースとクラウドデータベースのバックグラウンド同期動作

有効化することで、デバイスがネットワークに接続されていない場合でもローカルデータベースとしてアクセス可能となる。

4.2 バックグラウンド同期とスケジュール

Firestore は Android のアクティビティのライフサイクル^{*1}に従って動作する。アクティビティはユーザによる操作だけでなく Android 端末の状況に応じて自動的に状態が変化するため完全に制御することはできない。したがって、必ずしもバックグラウンドで同期されるとは限らない。このため、デバイスがネットワークに接続していない時にデータを入力した後、本アプリを操作しない場合は、アクティビティが動作せず入力データがクラウドデータベースに同期されない。このことから、本アプリを操作しない限り、クラウドへのデータ集積が滞る問題がある。そこで、サービスを用いてこの問題を解決する。

Firestore の動作を調査したところ、Android アプリケーションの状態がバックグラウンドの場合、データベースに新しくデータが書き込まれたことをトリガとしてローカルデータベースとクラウドデータベースを同期できることが分かった。この挙動を利用してダミーのデータをサービスから書き込むことで、ローカルデータベースとクラウドデータベースのバックグラウンド同期を実現する。ダミーデータとしては同期処理を行う際のタイムスタンプを使用する。

サービスに持たせた同期タスクのスケジューリングには、サービスを扱いやすくする標準ライブラリである WorkManager^{*2}を使用する。WorkManager にはバックグラウンドタスクを実行するための様々な条件を指定できる。そこで、デバイスがネットワークに接続している状態を表す NetworkType.CONNECTED を用いて、デバイスがネットワークに接続したタイミングで同期タスクを実行する。

^{*1} The Activity Lifecycle - Android Developers, <https://developer.android.com/guide/components/activities/activity-lifecycle>

^{*2} App Architecture: Data Layer - Schedule Task with WorkManager - Android Developers, <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/workmanager>

5 動作検証

本アプリのオフライン対応のために実装した機能が想定通り動作することを確認する。検証項目としては、デバイスがネットワークに接続されていない時に、ユーザがデータを入力した時のローカルデータベースの状態、デバイスがネットワークに接続された時のクラウドデータベースの状態を確認する。また、ユーザによるデータの入力後、デバイスをネットワークに接続する前と後で Android アプリケーションやアクティビティの状態を変更しながら全ての状態でバックグラウンド同期が行えることを確認する。

検証は本アプリの雨量登録機能を用いて行った。検証手順としては、まずデバイスがネットワークに接続されていない時に雨量編集画面より降雨量を入力し保存ボタンを押す。その後、入力したデータがリスト表示されていることより、入力データがローカルデータベースに保存できていることを確認した。ここで、Android アプリケーションやアクティビティの状態を変更する。その後、デバイスをネットワークに接続し、ダミーのデータがクラウドデータベースに書き込まれることとローカルデータベースに保存されたデータがクラウドデータベースに同期されることを確認した。なお、デバイスのネットワーク接続状態の切り替えはデバイスの機内モードの切り替えにより行った。

6 おわりに

本研究では我々が開発している作物収量予測のためのモバイルアプリケーションのオフライン対応を行なった。オフライン対応により、通信インフラが整備されていない場所でもデータの記録が可能となった。また、ローカルデータベースとクラウドデータベースのバックグラウンド同期機能の実現により、オフラインで記録されたデータを、オンラインになったタイミングでクラウドデータベースに集積可能となった。提案手法により、オフライン時にユーザが入力したデータは、オンライン時に自動的にクラウドへ集積可能となり、通信可能エリアが少ない環境においても容易にデータ収集が可能となった。

参考文献

- [1] 元田匡哉, 東野正幸, 川村尚生, 近藤克哉, 坪充. 乾燥地における作物生育の安定化に向けた農家による降雨量データの集積と作物収量予測のためのモバイルアプリケーションの検討. 情報処理学会研究報告, Vol. 2020-MBL-97, No. 1, pp. 1-5, 2020.
- [2] M. Tsubo, S. Walker, and H.O. Ogindo. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions: I. model development. *Field Crops Research*, Vol. 93, No. 1, pp. 10-22, 2005.
- [3] Google LLC. Firebase Cloud Firestore - Access data offline. <https://firebase.google.com/docs/firestore/manage-data/enable-offline>. (参照 2022-08-05).