

Research Application Summary

## **IoT4Food: Harnessing Internet of Things Technology (IoT) for sustainable agriculture**

Bainomugisha, E.

Software and Systems Centre, Department of Computer Science, Makerere University,  
P. O. Box 7062, Kampala, Uganda

**Corresponding author:** baino@cis.mak.ac.ug

---

### **Abstract**

The inability to obtain soil characteristics rapidly and inexpensively remains one of the biggest challenges faced by farmers in Uganda and many African countries. Currently, the majority of farmers do not use any scientific means to assess soil suitability for different farming activities. Farmers classify their soils based on indigenous knowledge and experience gained over several generations (e.g., soil colour and texture). However, these methods do not always give accurate information. The ambition of our research is to increase farm yield maximization for smallholder farmers through a cloud-based wireless sensor network of *Internet of Things (IoT)* for instrumenting soil metrics in order to provide real-time monitoring and data analysis for smart decision-making needed on a day-to-day and season-to-season basis. Our innovation encompasses development and deployment of a low-cost soil conditions monitoring technology that can be deployed up to the level of fields or farms by smallholder farmers. The technology informs farmers' decisions regarding the best type of crop to plant and when to plant, when to apply fertilisers, when to irrigate and in what amount, among others. The technology is composed of two components: *the hardware soil sensing devices* and *the cloud platform for soil analytics*. The **soil sensing devices** are capable of providing data on soil attributes including soil moisture, pH, and temperature. These devices are deployed in gardens forming an *Internet of Things (IoT)*. The sensors transmit the soil conditions data to cloud-based central system where data analysis, fusion and interpretation take place. Each device includes a Subscriber identity module (SIM) card that enables sending the collected data over any available mobile network. The **cloud-based software platform** is enriched with big data analytics for soil conditions to facilitate smart decision-making. The cloud platform accepts raw soil condition readings from sensors deployed in the farm. The collected data forms a big data repository upon which predictive analytics tools are deployed to analyze, interpret and process the data into high-level meaningful information for the farmers. The cloud platform is also capable of aggregating sensor readings from multiple data sources and thereafter providing users with personalized information e.g., an irrigation schedule with details of the specific amounts of water. Users can query the status of a given field (e.g., by text message using short message service, SMS to a specified number or using a mobile phone mobile application). The current devices and software platforms are

undergoing further refinements so as to improve the accuracy of readings, packaging of the sensor, improving the battery life and energy consumption, and inclusion of other soil attributes as we prepare for scaling up the deployment.

**Key words:** Agro-informatics, cloud-based software platform, precision agriculture, soil suitability

## Résumé

L'incapacité d'obtenir les caractéristiques du sol rapidement et à peu de frais reste l'un des plus grands défis auxquels sont confrontés les agriculteurs en Ouganda et dans de nombreux pays africains. A l'heure actuelle, la majorité des agriculteurs n'utilisent pas des moyens scientifiques pour évaluer les qualités du sol pour les différentes activités agricoles. Les agriculteurs classent leurs sols en fonction des connaissances indigènes et de l'expérience acquise au cours de plusieurs générations (par exemple, la couleur et la texture du sol). Cependant, ces méthodes ne donnent pas toujours des informations précises. L'ambition de notre recherche est de maximiser le rendement agricole pour les petits agriculteurs à travers des capteurs sans fil au cloud déployés sur un réseau d'Internet des objets (IdO) pour instrumenter les mesures de sol afin de fournir une surveillance en temps réel et l'analyse des données pour une croissance intelligente de prise de décision nécessaire sur une base de jour en jour et la saison à saison. Notre innovation englobe le développement et le déploiement d'une technologie surveillance des conditions de sol à faible coût qui peut être déployé au niveau des champs ou des fermes par les petits exploitants. La technologie informe les décisions des agriculteurs en ce qui concerne, entre autres, le meilleur type de culture à planter et quand planter, quand appliquer des engrais, quand irriguer et en quelle quantité. La technologie se compose de deux éléments: *les dispositifs de détection des propriétés du sol et la plate-forme cloud pour l'analyse des données du sol*. Les dispositifs de détection du sol sont capables de fournir des données sur les des propriétés du sol, y compris l'humidité du sol, le pH, et la température. Ces dispositifs sont déployés dans les jardins formant un *internet des objets* (IdO). Les capteurs transmettent les données sur les conditions du sol au système central en cloud où l'analyse des données, la fusion et l'interprétation ont lieu. Chaque dispositif comprend une carte module d'identité d'abonné (SIM) qui permet d'envoyer les données collectées sur tous les réseaux mobiles disponibles. La plate-forme logicielle basée sur le cloud est enrichi avec de grandes analyses de données pour les conditions du sol afin de faciliter la prise de décision intelligente. La plate-forme de cloud accepte les lectures des données brutes sur l'état des sols par de capteurs déployés dans la ferme. Les données collectées constituent une grande base de données sur laquelle les outils d'analyse prédictive sont déployés pour analyser, interpréter, et traiter les données en d'information de haut niveau utile pour les agriculteurs. La plate-forme du cloud est également capable d'agréger les lectures des capteurs à partir de plusieurs sources de données et de fournir aux utilisateurs des informations personnalisées tels qu'un programme d'irrigation avec des détails sur les quantités spécifiques d'eau. Les utilisateurs peuvent interroger l'état d'un champ donné (par exemple, par un message de test en utilisant le service de messages courts, SMS vers un numéro spécifié ou en utilisant des applications d'un téléphone mobile). Les dispositifs actuels et plates-formes logicielles font l'objet

d'améliorations supplémentaires afin d'améliorer la précision des lectures, l'emballage du capteur, ce qui améliore la durée de vie de la batterie et la consommation d'énergie, et l'inclusion d'autres propriétés du sol que nous nous préparons pour étendre le déploiement.

Mots clés: Agro-informatique, la plate-forme logicielle basée sur le cloud, l'agriculture de précision, la qualité des sols

---