

Agricultura Inteligente e uso de IoTs

Universidade Federal de Santa Catarina

Graduação em Ciência da Computação

Outubro de 2022

Gabriela Furtado da Silveira - 21101959

Título:

Agricultura Inteligente e uso de IoTs

Resumo:

A utilização de dispositivos IoT e tecnologias de sensores vem sendo muito difundida em diversas áreas, proporcionando novas possibilidades nos mais variados setores. Um desses setores é a agricultura, que vem se aproveitando cada vez mais de técnicas e tecnologias para a obtenção de melhores resultados. São vários os benefícios que podem ser adquiridos, seja maximização considerável da produtividade, economia de recursos, bem como aumento da sustentabilidade. Levando em conta a necessidade crescente de produção de alimentos com maior eficiência, o impacto dessas técnicas é considerável, pois proporciona controle maior sobre as inúmeras variáveis e fatores que influenciam no desempenho das atividades agrícolas. Nesse sentido, o número de estudos sendo realizados nessa área é cada vez maior, devido ao enorme potencial que essas tecnologias têm para modificar e otimizar a forma como se encara a agricultura.

1. Introdução

1.1 Motivação e Justificativas

A demanda por alimentos é crescente no mundo, e a escassez de recursos naturais é um problema real que está sendo enfrentado e continuará nas gerações futuras. Levando isso em consideração, é sensível a necessidade de desenvolver novas tecnologias e técnicas que possibilitem não apenas aumento dos lucros e da produtividade, mas também proporcionem melhor aproveitamento dos recursos e aumento da sustentabilidade da agricultura.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

O presente trabalho tem como objetivos gerais apresentar conhecimentos relacionados ao uso de IoTs e outras tecnologias para a implementações na área agrícola.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar conceitos relacionados à técnica de Agricultura Inteligente;
- Comentar as principais inovações do estado-da-arte no uso de IoTs nessa área.

1.3 Organização do Artigo

O presente artigo está organizado da seguinte forma: Na seção 2 são abordados conceitos básicos relacionados à Agricultura Inteligente. Na seção 3, alguns trabalhos correlatos que tratam do assunto em diferentes perspectivas são apresentados. Na seção 4, há alguns pontos importantes relacionados à temática. Na seção 5, os principais problemas são citados, tendo algumas das possíveis soluções apontadas na seção 6. Na seção 7 consta projeto e desenvolvimento de uma proposta. E na seção 8, discorre-se sobre conclusões apuradas e trabalhos futuros que podem ser realizados. Ao fim, constam as referências utilizadas.

2. Conceitos Básicos

2.1 IoT (Internet of Things)

IoT, ou Internet das Coisas é um paradigma tecnológico que consiste em uma grande rede de dispositivos e máquinas que estão digitalmente conectados. As “coisas” podem ser sensores, pessoas, objetos, dispositivos inteligentes ou qualquer outra entidade capaz de se conectar e compartilhar informações. Essa tecnologia permite aumento na eficiência e melhoria na tomada de decisões e vem revolucionando diversas áreas, incluindo a agricultura. Nesse campo, ela auxilia fazendeiros a tomarem decisões assertivas na época adequada, promovendo aumento da produtividade e redução de perdas. [3]

2.2 Smart Agriculture

Também conhecida como *smart farming*, *e-agriculture*, *Precision Agriculture* (Agricultura de Precisão) ou Agricultura Inteligente, é um método de cultivo que combina inúmeras tecnologias como IoT, Inteligência Artificial, *Big Data*, *Cloud Computing*, 5G e *blockchain*. Dispositivos IoT e *Wireless Sensor Networks* (WSN) são implementados no campo para coletar dados em tempo real, que são enviados à nuvem através de equipamentos de rede ou comunicação, conectados à Internet. Dessa forma, é possível monitorar diversos fatores como umidade, irrigação, nutrientes do solo, tendo controle da plantação e dispositivos remotamente, assim possibilitando maior produção, economia de recursos (na irrigação, por exemplo) e minimização do uso de fertilizantes, pesticidas e herbicidas. [4]

3. Trabalhos Correlatos

3.1 Revisão Bibliográfica Sistemática

Uma pesquisa foi realizada na plataforma Google Scholar (Google Acadêmico) com as palavras-chave listadas, e a quantidade de resultados obtidos consta na tabela abaixo:

Palavra-Chave	Total
“IoT”	1.480.000
“IoT” AND “agriculture”	142.000
“smart agriculture”	1.610.000
“smart farming”	362.000
“machine learning” AND “agriculture”	2.160.000

Através da análise desses valores, nota-se a importância dos tópicos apresentados e a grande quantidade de estudos que são realizados na área.

3.2 "Low-Power IoT Environmental Monitoring and Smart Agriculture for Unconnected Rural Areas"

Nesse artigo [1], os autores abordam modelos e protocolos que utilizam soluções NTN (Non-Terrestrial Networks) para permitir o uso de dispositivos IoT em localidades sem acesso à internet ou energia. Como é comum áreas rurais estarem geograficamente isoladas, longe das estações terrestres, diversas tecnologias alternativas são apresentadas para possibilitar o monitoramento e a exploração de aplicações da Agricultura Inteligente (Smart Agriculture), a qual contribui para a sustentabilidade e melhoria da produtividade.

3.3 IoT-Equipped and AI-Enabled Next Generation Smart Agriculture: A Critical Review, Current Challenges and Future Trends

No trabalho, Quasi, et al. [6] realizam uma exposição dos principais avanços tecnológicos e técnicos realizados de forma a possibilitar a utilização de IoT, Inteligência Artificial, entre outras tecnologias, para a área de Agricultura Inteligente (Smart Agriculture). Também são feitas revisões de tecnologias e desafios, e a discussão de diversos tópicos relacionados ao estado-da-arte do tópico, além da apresentação de soluções, usos atuais e tendências futuras.

4. Aspectos Relevantes

Quando se fala em agricultura, novas técnicas estão sempre sendo buscadas para atender à grande demanda mundial por alimentos. Os principais interesses estão relacionados a aumentar a produtividade, diminuir perdas, economizar recursos e promover uma agricultura mais sustentável. Para isso, entra em ação a Agricultura Inteligente, e uma das tecnologias que mais vem se popularizando nessa área nos últimos anos é o uso de sensores IoT, capazes de coletar dados do ambiente da plantação. Esses dados podem ser analisados posteriormente com auxílio de diferentes técnicas, como *cloud computing* e *machine learning*, assim proporcionando informações relevantes referentes ao solo, cultura, umidade, temperatura e diversas necessidades, ao longo do processo de cultivo [7].

O controle proporcionado por essas tecnologias pode auxiliar fazendeiros a entender mais precisamente as necessidades para um cultivo saudável, facilitando a tomada de decisões. Isso possibilita uma melhor colheita com menores custos de produção, e também prevenção de doenças e pragas. Outro ponto de contribuição é para melhor planejamento através de previsões climáticas, uso mais sustentável dos recursos hídricos por meio do controle de sistemas de irrigação, uso mais controlado de herbicidas e utilização eficiente dos recursos em geral, sempre visando maximização da produtividade e minimização do impacto no ambiente.

5. Problemas Existentes

Como apontado por Kempelis et al. [2], várias das soluções tecnológicas existentes apresentam custo alto, e a maioria dos fazendeiros não consegue instalar dispositivos IoT em suas propriedades, e assim acaba utilizando métodos ineficientes de produção. Além disso, o uso desses dispositivos apresenta desafios relacionados à conectividade com a rede, segurança, processamento de dados dos sensores e seu tempo de vida útil.

Nesse sentido, tecnologias IoT e WSN (Wireless Sensor Networks), apesar de oferecerem muitas vantagens, apresentam vários desafios para a implementação da Agricultura Inteligente, como falta de conhecimento técnico, confiabilidade, escalabilidade, localização, interoperabilidade e sincronização, como citam Singh e Sobti [3]. Eles também destacam problemas relacionados à implantação de nodos WSN em condições ambientais difíceis, pois muitas vezes estão sujeitos à intrusão de humanos, ataques animais, eficiência de utilização de banda e dificuldade de conectividade com a Internet.

Essa questão de conectividade é comumente um ponto crítico, uma vez que muitas regiões agrícolas estão localizadas para além do alcance máximo de estações base terrestres. Para além disso, em alguns casos a conectividade até seria possível, mas resultaria em aumento da energia de transmissão, reduzindo o tempo de vida das baterias dos dispositivos IoT. [1]

6. Soluções Possíveis

Para resolver o problema da falta de conectividade em áreas rurais mais afastadas, há pesquisas sendo desenvolvidas para propor arquiteturas IoT que permitam monitoramento ambiental em áreas remotas sem conectividade à Internet e suprimento de energia, como por exemplo [1]. Algumas das alternativas apontadas por eles são sistemas baseados em UAV (Unmanned Aerial Vehicle), HAPS (High-Altitude Platform Station) ou cubesat.

Além disso, há um crescente número de tecnologias que possibilitam desenvolver dispositivos IoT usando *hardware* e *software* abertos. Isso, aliado ao barateamento dos componentes de *hardware*, permite o surgimento de várias iniciativas para desenvolver opções de baixo custo. Outra solução para a questão financeira é a disponibilização de empréstimos por parte de instituições governamentais para a implementação de práticas de Agricultura Inteligente. Similarmente, agricultores podem compensar o investimento inicial através do aumento da produtividade e do lucro obtidos com esses métodos.

Ainda nesse contexto, há diversas pesquisas sendo realizadas para atacar os outros problemas apontados na seção anterior. Com o crescimento da área, a tendência é que cada vez mais soluções surjam para aumentar segurança, confiabilidade, escalabilidade, entre outros desafios que os dispositivos apresentam.

7. Projeto e Desenvolvimento de uma Proposta

O artigo de Kempelis, et al. [2] descreve o desenvolvimento de um protótipo de uma rede IoT, incluindo a implementação da arquitetura IoT, a seleção e a descrição dos dispositivos e software necessários, utilizando ferramentas e soluções *open source* e *open hardware*. Os dispositivos utilizados no protótipo desenvolvido consistem em *gateway* IoT, sensor, bateria LiFePO₄ e módulo ESP32.

Para a funcionalidade de transferência de dados (BLE, WiFi) e controle do sensor, através de vários pinos de entrada e saída, foi utilizado um módulo de circuito integrado ESP32. Ele necessita 3,3V e consome 2,5 μ A no modo de *deep sleep*, o que permite que funcione apenas com bateria por um tempo relativamente longo. Esse módulo também possui um processador separado para operações com padrões criptográficos. Se os dados do sensor forem enviados ao *gateway* IoT a cada 30 minutos, dependendo do software e bateria, esse módulo consegue funcionar por aproximadamente um ano sem ser recarregado.

Um dos sensores utilizados no protótipo foi um sensor capacitivo de umidade do solo, que opera com voltagem de 3,3-5V. Um pino AOUT (*analog out*) gera um sinal analógico com intervalo de 1,2V a 3V, que pode ser utilizado para obter a porcentagem de umidade do solo, com ajuda de um microcontrolador. Essa porcentagem pode ser determinada através da pesagem do solo completamente seco, e completamente úmido, conseguindo-se uma estimativa básica que pode ser utilizada para calcular a umidade em medições subsequentes. Além disso, para melhorar a precisão do sensor, é necessário calibrá-lo, o que pode ser realizado dentro do software do microcontrolador ou por um usuário.

Outro componente utilizado pelos pesquisadores foi um módulo Raspberry Pi Zero W, o qual funciona como um *gateway* IoT, permitindo criar um ponto de acesso de rede sem fio para os dispositivos IoT da rede. O módulo apresenta CPU ARMv6 1GHz com 512MB de RAM, e é responsável por receber os dados sobre umidade enviados pelo ESP32, guardá-los, processá-los e, caso necessário, analisá-los. A comunicação entre o sensor e o *gateway* IoT é realizada utilizando protocolos WiFi e MQTT, o que permite o uso de bibliotecas e padrões para proteção dos dados.

Assim, foi realizado o design, desenvolvimento e teste de um protótipo de sistema de obtenção de dados do sensor, empregando os componentes descritos. Como resultado, constam no artigo dados a respeito de umidade do solo obtidos experimentalmente durante pouco mais de um mês. Também foram simuladas uma ou múltiplas solicitações do sensor para testar a habilidade do *gateway* IoT em processar as solicitações de múltiplos sensores. Durante essas simulações, observou-se que o tempo de processamento no *gateway* permaneceu constante e não houve diferença significativa na velocidade. No entanto, todos os dados do sensor não foram processados quando as simulações excederam 20 solicitações simultâneas, o que indica que todos os 30 pinos do ESP não podem ser usados nessa configuração com apenas modificações no *gateway*.

Por fim, as medições de umidade sempre variaram entre 80 e 100%, sugerindo que a calibração do sensor necessita ser melhorada, para adaptá-lo às condições específicas de onde ele está localizado. Outrossim, é notório que os dados do sensor em redes IoT não vão ser sempre obtidos sem interrupção, por isso há alguns valores faltando. O *gateway* também pode ser um ponto fraco na rede, o que significa que a coleta de dados é interrompida na

ocorrência de uma falta. Portanto, deveria ser possível armazenar temporariamente os dados do sensor nele próprio, e os enviar quando a conexão estiver restabelecida.

8. Conclusões e Trabalhos Futuros

A utilização de tecnologias IoT já está sendo muito presente na agricultura, e vem modificando profundamente a relação dos produtores com os processos realizados, desde o preparo do solo até a colheita. Além disso, esse é um fator importante para o aumento da produção e melhor aproveitamento dos recursos na agricultura, e é uma tendência crescente nos próximos anos.

Tendo isso em vista, é de suma importância que novos trabalhos sejam desenvolvidos na área, propondo tecnologias e utilizando as atualmente existentes de maneiras inovadoras para proporcionar ganhos mais expressivos com menor utilização de recursos. Essa última questão destaca-se sobretudo em função da tendência mundial de procurar alternativas mais sustentáveis, que permitam abrandar a pressão existente sobre os recursos naturais e o meio ambiente.

Outro ponto relevante é a necessidade de opções de aplicação mais acessíveis, que permitam democratizar o acesso a essas ferramentas. Dessa forma, é possível que mesmo produtores que não apresentam condições de realizar investimentos monetários altos sobre suas propriedades consigam aproveitar os benefícios trazidos por essas tecnologias.

Em conclusão, essa é uma área em crescimento, que já traz inúmeros benefícios para o setor agrícola. Nesse sentido, pesquisas atuais estão sendo realizadas, como as várias referências utilizadas na construção do presente artigo, que são relevantes para atender à demanda por novas tecnologias, e que permitam o surgimento e ampliação de perspectivas e possibilidades.

Referências bibliográficas

- [1] Andreadis, Alessandro, et al. "Low-Power IoT Environmental Monitoring and Smart Agriculture for Unconnected Rural Areas." 20th Mediterranean Communication and Computer Networking Conference (MedComNet), 2022, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9810376>. Acesso em Outubro de 2022.
- [2] Kempelis, A., et al. "Design and Implementation of IoT Network Prototype to Facilitate the Food Production Process in Agriculture." IEEE EUROCON 2021 - 19th International Conference on Smart Technologies, 2021, pp. 71-76, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9535556>. Acesso em Outubro de 2022.
- [3] K. Singh, D., and R. Sobti. "Role of Internet of Things and Machine Learning in Precision Agriculture: A Short Review." 2021 6th International Conference on Signal Processing, Computing and Control (ISPCC), 2021, pp. 750-754, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9609427>. Acesso em Outubro de 2022.
- [4] -M. Cheng, W., et al. "A Real and Novel Smart Agriculture Implementation with IoT Technology." 2021 9th International Conference on Orange Technology (ICOT), 2021, pp. 1-4, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9680638>. Acesso em Outubro de 2022.
- [5] N. Misra, N., et al. "IoT, Big Data, and Artificial Intelligence in Agriculture and Food Industry." IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 9, 2022, pp. 6305-6324, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9103523>. Acesso em Outubro de 2022.
- [6] Qazi, S., et al. "IoT-Equipped and AI-Enabled Next Generation Smart Agriculture: A Critical Review, Current Challenges and Future Trends." IEEE Access, vol. 10, 2022, pp. 21219-21235, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9716089>. Acesso em Outubro de 2022.
- [7] Roy, R., and A. Aslekar. "IoT in Farm Productivity Enhancement." 2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA), 2022, pp. 1034-1039, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9765273>. Acesso em Outubro de 2022.