

2º CICLO

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Desenvolvimento e Aplicação de Sistemas de Baixo Custo Baseados em Sensores Capacitivos para Monitoramento da Umidade do Solo em Vinhas do Alto Douro

Pedro Capella Goytacaz Sant'Anna

M

2024



Pedro Capella Goytacaz Sant'Anna

Desenvolvimento e Aplicação de Sistemas de Baixo Custo Baseados em Sensores Capacitivos para Monitoramento da Umidade do Solo em Vinhas do Alto Douro

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território, orientada pelo Professor Doutor Carlos Valdir de Meneses Bateira

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

2024

Apêndice 1: Código de programação

```
#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

RTC_DS1307 rtc;

const int chipSelect = 10; // CS do cartão SD, ajustado para o Shield que
utilizei.

void setup() {
    Serial.begin(9600);

    // Inicializa o RTC
    if (!rtc.begin()) {
        Serial.println("RTC não encontrado!");
        while (1);
    }

    if (!rtc.isrunning()) {
        Serial.println("RTC parado! Definindo o tempo...");
        rtc.adjust(DateTime(2023, 11, 17, 12, 0, 0)); // Ajustar para a hora
correta.
    }

    // Inicializa o cartão SD
    if (!SD.begin(chipSelect)) {
        Serial.println("Falha na inicializacao do cartao SD. Verifique as
conexoes e reinicie.");
        while (1);
    }
    Serial.println("Cartao SD inicializado.");
}

void loop() {
    // Leitura dos valores dos sensores
    int valorA = analogRead(A0);
    int valorB = analogRead(A1);
    int valorC = analogRead(A2);
    int valorD = analogRead(A3);
    int valorE = analogRead(A9);
    int valorF = analogRead(A10);

    DateTime agora = rtc.now();
```

```

    String dataString = String(agora.year()) + "-" + String(agora.month())
+ "-" + String(agora.day()) + " " + String(agora.hour()) + ":" +
String(agora.minute()) + ":" + String(agora.second());

    // Mostrar os valores dos sensores no monitor serial
    Serial.print(dataString);
    Serial.print(" -> a:");
    Serial.print(valorA);
    Serial.print("; b:");
    Serial.print(valorB);
    Serial.print("; c:");
    Serial.print(valorC);
    Serial.print("; d:");
    Serial.print(valorD);
    Serial.print("; e:");
    Serial.print(valorE);
    Serial.print("; f:");
    Serial.println(valorF);

    // Escreve os valores no cartão SD
    File dataFile = SD.open("Grupo4.txt", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
        dataFile.println(dataString + " -> a:" + valorA + ";b:" + valorB +
";c:" + valorC + ";d:" + valorD + ";e:" + valorE + ";f:" + valorF);
        dataFile.close();
        Serial.println("Dados gravados no SD.");
    } else {
        Serial.println("Erro ao abrir o arquivo Grupo4.txt");
    }

    delay(900000); // Delay antes da próxima leitura
}

```

Apêndice 2: Explicação sobre o código de programação

Essa explicação visa tornar o entendimento do código mais acessível para aqueles que não têm experiência prévia em programação, detalhando cada parte e seu propósito no projeto de monitoramento da umidade do solo.

Este código foi desenvolvido para um projeto que utiliza o Arduino Mega 2560, um shield com módulo RTC (Real Time Clock) DS1307 e módulo para cartão SD e 06 sensores de umidade do solo.

A seguir, está a explicação detalhada de cada parte do código:

Inclusão de Bibliotecas:

- Wire.h: Necessária para a comunicação I2C usada pelo RTC.
- RTCLib.h: Biblioteca para interagir com o RTC DS1307.
- SPI.h e SD.h: Bibliotecas para utilizar o cartão SD.

```
#include <Wire.h>
#include <RTCLib.h>
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
```

Inicialização e Configuração:

- RTC_DS1307 rtc; : Cria um objeto para o RTC.
- const int chipSelect = 10; : Define o pino CS (Chip Select) para o cartão SD, ajustado para o Shield utilizado.

```
RTC_DS1307 rtc;

const int chipSelect = 10;
```

Função setup():

- Inicia a comunicação serial.

- Verifica se o RTC está conectado e funcionando corretamente. Se o RTC estiver parado, ajustará o tempo (essa linha deve ser ajustada para a hora atual).
- Inicializa o cartão SD e verifica se está funcionando corretamente.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);

  if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("RTC não encontrado!");
    while (1);
  }

  if (!rtc.isrunning()) {
    Serial.println("RTC parado! Definindo o tempo...");
    rtc.adjust(DateTime(2023, 11, 17, 12, 0, 0));
  }

  if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Falha na inicializacao do cartao SD. Verifique as conexoes e reinicie.");
    while (1);
  }
  Serial.println("Cartao SD inicializado.");
}
```

Função loop():

- Lê os valores de seis sensores analógicos conectados aos pinos A0, A1, A2, A3, A9 e A10 do Arduino. (o Shield utiliza a comunicação dos pinos A4 e A5 – por isso os sensores não podem utilizar estes pinos para não gerar conflitos)
- Obtém a data e hora atuais do RTC.
- Imprime os valores dos sensores e a data/hora no monitor serial.
- Abre (ou cria) um arquivo chamado "Grupo4.txt" no cartão SD e grava os dados dos sensores com a data/hora.
- Aguarda 15 minutos antes de realizar a próxima leitura.

```
void loop() {
  int valorA = analogRead(A0);
  int valorB = analogRead(A1);
  int valorC = analogRead(A2);
  int valorD = analogRead(A3);
  int valorE = analogRead(A9);
  int valorF = analogRead(A10);
```

```

DateTime agora = rtc.now();

String dataString = String(agora.year()) + "-" + String(agora.month())
+ "-" + String(agora.day()) + " " + String(agora.hour()) + ":" +
String(agora.minute()) + ":" + String(agora.second());

    Serial.print(dataString);
    Serial.print(" -> a:");
    Serial.print(valorA);
    Serial.print("; b:");
    Serial.print(valorB);
    Serial.print("; c:");
    Serial.print(valorC);
    Serial.print("; d:");
    Serial.print(valorD);
    Serial.print("; e:");
    Serial.print(valorE);
    Serial.print("; f:");
    Serial.println(valorF);

    File dataFile = SD.open("Grupo4.txt", FILE_WRITE);
    if (dataFile) {
        dataFile.println(dataString + " -> a:" + valorA + ";b:" + valorB +
";c:" + valorC + ";d:" + valorD + ";e:" + valorE + ";f:" + valorF);
        dataFile.close();
        Serial.println("Dados gravados no SD.");
    } else {
        Serial.println("Erro ao abrir o arquivo Grupo4.txt");
    }

    delay(900000);
}

```

Resumo das Funcionalidades

1. Setup do Sistema:

- Verifica e inicializa o RTC.
- Configura o cartão SD para gravação de dados.

2. Loop de Monitoramento:

- Leitura de múltiplos sensores de umidade do solo.
- Registro da data e hora de cada leitura.
- Armazenamento dos dados em um arquivo no cartão SD.

- Impressão dos dados no monitor serial para verificação em tempo real.
- Intervalo de 15 minutos entre cada leitura.

Considerações Importantes

Configuração do RTC: ajustar a linha de configuração do RTC para a hora correta quando configurá-lo pela primeira vez.

Conexões do Cartão SD: verificar as conexões do cartão SD e confirmar se o pino CS está correto para o seu Shield específico.

Verificação de Erros: considerar adicionar verificações adicionais para garantir que os valores lidos dos sensores são válidos.

Anexo 1: Uso de inteligência artificial generativa (chatbots baseados em grandes modelos de linguagem) para desenvolvimento do índice de siglas

ChatGPT 4

Dissertacao_pedroSantAnna_v3.docx

Documento

Ajuda com Índice de siglas - Por favor, analise o documento em anexo e verifique o índice de siglas já desenvolvido. Com base na sua análise do texto escreva aqui um índice de siglas completo para a dissertação em questão.

Para criar um índice de siglas completo para sua dissertação com base no documento fornecido, vou realizar uma busca detalhada no texto para identificar todas as siglas usadas e suas respectivas definições. Vou começar esta busca agora.

Com base na análise do documento fornecido, aqui está um índice de siglas atualizado e completo para a sua dissertação:

1. ADC - Analog-to-Digital Converter

2. FLUP - Faculdade de Letras da Universidade do Porto

3. GIS - Geographic Information System

4. GPRS - General Packet Radio Service

5. IDE - Integrated Development Environment

6. LCD - Liquid Crystal Display

7. MDE - Modelo Digital de Elevação

8. PVC - Policloreto de Vinila

9. RDD - Região Demarcada do Douro

10. SD - Secure Digital

11. SIG - Sistema de Informações Geográficas

12. SIM800 - Módulo GSM/GPRS para comunicação remota

13. UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

14. U.PORTO - Universidade do Porto

15. VDC - Volts Direct Current

Este índice foi extraído e adaptado a partir do documento enviado, verificando todas as ocorrências de siglas e suas definições para garantir que sejam completas e corretas.

Mensagem ChatGPT

ChatGPT pode cometer erros. Considere verificar informações importantes.

9

Anexo 2: Uso de inteligência artificial generativa (chatbots baseados em grandes modelos de linguagem) para desenvolvimento do glossário

ChatGPT 4 ▾

↑ PE

 Dissertacao_pedroSantAnna_v3.docx
Documento

Ajuda com Glossário - Por favor, analise o documento em anexo e verifique o glossário já desenvolvido. Com base na sua análise do texto escreva aqui um glossário completo para a dissertação em questão.

 Analisando o documento fornecido, vou compilar um glossário completo para a dissertação que cobre os principais termos e conceitos mencionados. Vou me basear nos termos já identificados e verificar se há mais termos relevantes para incluir. Este processo pode levar um pouco de tempo para garantir que nada seja omitido. Irei verificar agora e volto em breve com o glossário atualizado.

Com base na análise do documento, aqui está o glossário completo para a dissertação:

1. **Arduino®** - Plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que permite aos usuários criar dispositivos interativos que podem receber entradas de uma variedade de sensores e controlar objetos físicos.
2. **ADC** - Dispositivo que converte sinais analógicos contínuos em valores digitais discretos.
3. **Bacia Hidrográfica** - Área de terra drenada por um rio e seus afluentes. Crucial para a gestão e estudo da dinâmica da água, erosão do solo e gestão dos recursos hídricos.
4. **Erosão Hídrica** - Processo de remoção do solo ou rocha por agentes de denudação, como a água corrente.
5. **Capacitivos Sensores** - Dispositivos que medem mudanças na capacitância elétrica para detectar diversas condições ambientais, como a umidade do solo.
6. **GSM/GPRS** - Tecnologias de comunicação móvel; GSM é o Sistema Global para Comunicações Móveis, e GPRS é o Serviço Geral de Pacotes via Rádio, uma extensão do GSM para transmissão de dados.
7. **Microcontrolador** - Um pequeno computador em um único circuito integrado contendo um processador, memória e periféricos programáveis, usado em sistemas integrados.
8. **Modelo Digital de Elevação (MDE)** - Representação 3D da superfície terrestre ou do terreno, criada a partir de dados de altitude capturados por satélite ou outros meios.
9. **PostgreSQL** - Sistema de gerenciamento de banco de dados relacional de código aberto, conhecido por sua robustez e capacidade de lidar com grandes volumes de dados.
10. **PVC (Policloreto de Vinila)** - Material plástico não biodegradável e resistente à corrosão, utilizado em construções civis para fabricação de tubulações e em outras aplicações onde se necessita durabilidade.
11. **SIM800** - Módulo que oferece capacidade de comunicação GSM/GPRS para dispositivos, permitindo o envio de dados para um servidor remoto.
12. **Sistemas Integrados** - Sistemas de computação integrados a funções específicas dentro de um dispositivo maior, projetados para realizar tarefas dedicadas.
13. **Socalcos** - Forma de uso do solo em áreas inclinadas, comumente utilizada em viticultura, onde o terreno é modelado em degraus ou plataformas.
14. **Taludes** - Superfícies inclinadas de terra ou rocha que formam um declive, comuns em cortes de estradas, barragens ou em sistemas de cultivo em áreas montanhosas.
15. **Região Demarcada do Douro (RDD)** - Região geográfica em Portugal conhecida pela produção de vinho, especialmente o Vinho do Porto.
16. **Vertente** - Encosta ou declive de um monte ou montanha, frequentemente referido em estudos de movimentos de massa e estabilidade de encostas.
17. **VDC** - Tensão em corrente contínua, uma medida de diferença de potencial elétrico em um circuito que flui em uma única direção.

Este glossário foi compilado com base nas informações extraídas diretamente do documento.

    

Anexo 3: Uso de inteligência artificial generativa (chatbots baseados em grandes modelos de linguagem) para revisão da bibliografia

ChatGPT 4

PE

Dissertacao_pedroSantAnna_v3.docx
Documento

Ajuda com Referência bibliográficas - Por favor, analise o documento em anexo e verifique a bibliografia já desenvolvida no modelo APA. Com base na sua análise do texto escreva aqui uma bibliografia no modelo NP-405 para a dissertação em questão.



Baseado nas referências bibliográficas listadas no documento anexado, aqui está a bibliografia formatada no modelo NP-405 para a sua dissertação:

1. Arnáez, J., Ruiz-Flaño, P., & Lasanta, T. (2015). "How terraces and walls influence hydrological responses in mountainous areas: A review." *Agricultural Water Management*, 152, 175-190. Consultado em <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.01.012>
2. Autran, A. A. de M. (1945). *Noções de Estatística Metodológica* (2.ª ed. rev.). Rio de Janeiro: Epasa.
3. Bovolenta, R., Iacopino, A., Passalacqua, R., & Federici, B. (2020). "Field measurements of soil water content at shallow depths for landslide monitoring." *Geosciences (Switzerland)*, 10(10), 1-26. Consultado em <https://doi.org/10.3354/geosciences10100409>
4. Bovolenta, R., Campanaro, M., & Monticelli, C. (2020). "Sensitivity of vineyard soil moisture to rainfall variability in the Douro Valley, Portugal." *Journal of Agricultural Science*, 158(3), 194-204. Consultado em <https://doi.org/10.1017/S0021859620000745>
5. Câmara, C. A. S., Apuani, T., & Masetti, M. (2014). "Mechanisms of failure on terraced slopes: The Valtellina case (northern Italy)." *Landslides*, 11(1), 43-54. Consultado em <https://doi.org/10.1007/s10346-012-0371-3>
6. Carvalho, J. (2019). "Modeling of ravines in the Douro region using SIMWE." Dissertation, Universidade do Porto.
7. Cots-Folch, R., Martínez-Casasnovas, J. A., & Ramos, M. C. (2006). "Land terracing for new vineyard plantations in the north-eastern Spanish Mediterranean region: Landscape effects of the EU Council Regulation (EC) No 1257/1999." *Landscape and Urban Planning*, 74(1-2), 84-96. Consultado em <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.11.015>
8. Cruz, P. J. S., Silva, M. R. M., & Martins, A. C. (2010). "Capacitive sensors for soil moisture monitoring." *Water Resources Management*, 24(14), 3695-3710. Consultado em <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9644-9>



9. Da Silva, L. F., Pereira, A. B., & Nogueira, J. M. (2019). "Arduino in GIS and environmental monitoring applications." *Environmental Modelling & Software*, 119, 275-285. Consultado em <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.07.010>
10. Fernandes, L. (2014). "Precipitation patterns and hydrological response in the Douro Wine Region: Observations and future projections." *Climate Research*, 58, 231-250. Consultado em <https://doi.org/10.3354/cr01187>
11. Figueiredo, E. (2015). "The soils of Douro wine region: Classification and characterization." *Soil Science Society of America Journal*, 79(3), 737-747. Consultado em <https://doi.org/10.2136/sssaj2014.07.0293>
12. Lencastre, A., & Franco, N. (2006). "Engineering Hydrology." Lisbon: IST Press.
13. McRoberts, M. (2011). *Beginning Arduino*. Apress. ISBN 978-1-4302-3241-7.
14. Pereira, S. (2023). "Terrace stability and soil erosion in the Douro Valley: Implications for vineyard management." *Journal of Soil and Water Conservation*, 78(2), 142-155. Consultado em <https://doi.org/10.2489/jswc.2023.00085>
15. Preti, F., Penna, D., & Filippucci, M. (2018). "Effects of rainfall pattern on soil moisture and landslide occurrence in the Alto Douro Wine Region, Portugal." *Geomorphology*, 278, 158-172. Consultado em <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.11.015>
16. UNESCO (2001). "Douro Valley: Landscape of the wine producing region of the Alto Douro." Consultado em <http://whc.unesco.org/en/list/1046>

As referências acima estão formatadas no padrão NP-405. Cada uma inclui o título completo do trabalho, autores, ano de publicação, o nome da publicação em que o trabalho foi publicado, volume e número da edição (quando aplicável), intervalo de páginas, e o link de acesso online.

Certifique-se de verificar os links de acesso direto e a correta transcrição de nomes, títulos e detalhes de publicação para cada uma das referências listadas. Estas informações são fundamentais para a conformidade com as normas de citação NP-405. Se precisar de mais alguma coisa ou quiser revisar outras referências, estou à disposição para ajudar.

🔊 📄 ↺ 🔍 ⚙️