

Sistema de Monitoramento Agrícola Inteligente

Jefferson

Conteúdo

1	Introdução	2
2	Estatísticas Implementadas	2
2.1	Métricas Descritivas	2
2.1.1	Média Aritmética	2
2.1.2	Variância e Desvio Padrão	2
2.2	Medidas de Posição	3
2.2.1	Quartis	3
2.2.2	Amplitude Interquartil (IQR)	3
2.3	Identificação de Outliers	3
3	Correlação de Pearson	3
3.1	Fórmula Matemática	3
3.2	Implementação	4
3.3	Interpretação	4
4	Exemplos Práticos	4
4.1	Exemplo de Dados	4
4.2	Cálculo de Estatísticas	4
4.3	Correlação Calculada	5
5	Estrutura do Código	5
5.1	Organização	5
5.2	Classes e Estruturas	5
6	Conclusão	5

1 Introdução

Este documento descreve o sistema de monitoramento agrícola implementado para Arduino Nano, com foco nas análises estatísticas utilizadas. O sistema coleta dados de temperatura, umidade do ar e umidade do solo, realizando análises avançadas e armazenando os resultados.

2 Estatísticas Implementadas

2.1 Métricas Descritivas

2.1.1 Média Aritmética

Calculada como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

```
1 // Cálculo da média no código
2 float sum = 0;
3 for (byte i = 0; i < SAMPLE_SIZE; i++) {
4     sum += samples[i];
5 }
6 res.media = sum / valid_count;
```

2.1.2 Variância e Desvio Padrão

Variância amostral:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Desvio padrão:

$$s = \sqrt{s^2}$$

```
1 // Implementa o no código
2 res.variancia = (sum_sq - valid_count * pow(res.media, 2)) /
    (valid_count - 1);
3 res.desvio_padrao = sqrt(res.variancia);
```

2.2 Medidas de Posição

2.2.1 Quartis

- Q1 (Primeiro quartil): 25% dos dados estão abaixo
- Mediana (Segundo quartil): 50% dos dados estão abaixo
- Q3 (Terceiro quartil): 75% dos dados estão abaixo

```
1 // Cálculo dos quartis após ordenação
2 res.q1 = sorted[SAMPLE_SIZE / 4];
3 res.mediana = sorted[SAMPLE_SIZE / 2];
4 res.q3 = sorted[3 * SAMPLE_SIZE / 4];
```

2.2.2 Amplitude Interquartil (IQR)

$$IQR = Q3 - Q1$$

```
1 res.iqr = res.q3 - res.q1;
```

2.3 Identificação de Outliers

Um valor é considerado outlier se:

$$x < Q1 - 1.5 \times IQR \quad \text{ou} \quad x > Q3 + 1.5 \times IQR$$

```
1 float lower_bound = res.q1 - IQR_FACTOR * res.iqr;
2 float upper_bound = res.q3 + IQR_FACTOR * res.iqr;
3 res.is_outlier = (new_val < lower_bound) || (new_val >
    upper_bound);
```

3 Correlação de Pearson

3.1 Fórmula Matemática

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

3.2 Implementação

```
1 float calcularPearson(float x[], float y[], byte n) {
2     float sum_x = 0, sum_y = 0, sum_xy = 0;
3     float sum_x2 = 0, sum_y2 = 0;
4
5     for (byte i = 0; i < n; i++) {
6         sum_x += x[i];
7         sum_y += y[i];
8         sum_xy += x[i] * y[i];
9         sum_x2 += x[i] * x[i];
10        sum_y2 += y[i] * y[i];
11    }
12
13    float numerador = n * sum_xy - sum_x * sum_y;
14    float denominador = sqrt((n * sum_x2 - sum_x * sum_x) *
15                             (n * sum_y2 - sum_y * sum_y));
16
17    return (denominador != 0) ? numerador / denominador : 0;
18 }
```

3.3 Interpretação

- $r \approx 1$: Correlação positiva forte
- $r \approx -1$: Correlação negativa forte
- $r \approx 0$: Nenhuma correlação linear

4 Exemplos Práticos

4.1 Exemplo de Dados

Temperatura (°C)	Umidade Ar (%)	Umidade Solo (%)
25.3	62.5	45.2
28.4	65.2	72.3
32.1	63.0	71.8

4.2 Cálculo de Estatísticas

Para a temperatura (25.3, 28.4, 32.1):

- Média: $(25.3 + 28.4 + 32.1)/3 = 28.6$
- Variância: $[(25.3 - 28.6)^2 + (28.4 - 28.6)^2 + (32.1 - 28.6)^2]/2 = 11.56$

- Desvio padrão: $\sqrt{11.56} = 3.4$

4.3 Correlação Calculada

Entre temperatura e umidade do ar:

- Coeficiente: -0.72 (correlação negativa moderada)
- Significativa: SIM ($\text{abs}(-0.72) > 0.5$)

5 Estrutura do Código

5.1 Organização

- **Setup:** Inicialização de sensores e SD card
- **Loop principal:**
 1. Leitura de sensores
 2. Cálculo de estatísticas
 3. Detecção de outliers
 4. Armazenamento em SD

5.2 Classes e Estruturas

```

1 struct DadosSensores {
2     float temperatura;
3     float umidade_ar;
4     float umidade_solo_percent;
5 };
6
7 struct Estatisticas {
8     float media, desvio_padrao, variancia;
9     float q1, mediana, q3, iqr;
10    bool is_outlier;
11 };

```

6 Conclusão

O sistema implementa análises estatísticas robustas para monitoramento agrícola, incluindo:

- Estatísticas descritivas completas
- Identificação de valores atípicos
- Análise de correlação entre variáveis

Esta documentação fornece a base teórica e prática para entender e expandir o sistema.