

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE
COMPOSTELA



ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE ENXEÑARÍA

Seguimento de contaminación de ciudades españolas a partir de datos de TROPOMI

Autor/a:

Hugo Gómez Sabucedo

Titores:

Joaquín Ángel Triñanes Fernández

Grao en Enxeñaría Informática

Febreiro 2024

Traballo de Fin de Grao presentado na Escola Técnica Superior de Enxeñaría
da Universidade de Santiago de Compostela para a obtención do Grao en
Enxeñaría Informática



D. Joaquín Ángel Triñanes Fernández, Profesor/a do Departamento de Electrónica e Computación da Universidade de Santiago de Compostela,

INFORMA:

Que a presente memoria, titulada (*Seguimento de contaminación decidades españolas a partir de datos de TROPOMI*), presentada por **D. Hugo Gómez Sabucedo** para superar os créditos correspondentes ao Traballo de Fin de Grao da titulación de Grao en Enxeñaría Informática, realizouse baixo nosa tutoría no Departamento de Electrónica e Computación da Universidade de Santiago de Compostela.

E para que así conste aos efectos oportunos, expiden o presente informe en Santiago de Compostela, a (Data):

Titor/a,

Alumno/a,

(Joaquín Ángel Triñanes Fernández) (Hugo Gómez Sabucedo)

Agradecimentos

Se se quiere pór algún agradecimento, este vai aquí.

Resumo

Breve resumo das principais contribucións do traballo.

Índice xeral

1. Introducción	1
1.1. Obxectivos do traballo	2
1.2. Estrutura da memoria	2
2. Especificación de Requisitos	3
3. Deseño	5
4. Probas	7
5. Exemplos (eliminar capítulo na versión final)	9
5.1. Un exemplo de sección	9
5.1.1. Un exemplo de subsección	9
5.1.2. Outro exemplo de subsección	9
5.2. Exemplos de figuras e cadros	10
5.3. Exemplos de referencias á bibliografía	10
5.4. Exemplos de enumeracións	11
6. Conclusións e posibles ampliacións	13
A. Manuais técnicos	15
B. Manuais de usuario	17
C. Licenza	19
Bibliografía	21

Índice de figuras

5.1. Esta é a figura de tal e tal.	10
--	----

Índice de cadros

5.1. Esta é a táboa de tal e cal.	10
---	----

Capítulo 1

Introdución

Obxectivos Xerais, Relación da Documentación que conforma a Memoria, Descrición do Sistema, Información Adicional de Interese (métodos, técnicas ou arquitecturas utilizadas, xustificación da súa elección, etc.).

O cambio climático é un asunto que, actualmente, está á orde do día. O aumento das temperaturas a nivel global é un asunto que preocupa non só ós científicos, senón tamén á poboación en xeral. As causas do cambio climático son moitas, pero podemos estar de acordo en que unha gran parte é debida á presenza de múltiples gases ou substancias químicas que afectan á atmosfera. —COMPLETAR AQUI—

Todos estes axentes afectan non só ó medio ambiente, senón ós seres humanos. Por iso, monitorizar a súa evolución é algo crucial, especialmente en entornos especialmente críticos, coma poden ser as cidades, nas cales a conxunción dunha gran densidade de poboación e movementos en áreas, polo xeral, pequenas, fai que sexa crucial coñecer cal é o nivel destes axentes contaminantes. Desta forma, as autoridades poden adoptar medidas, tanto no eido da saúde pública, para previr enfermidades asociadas a unha elevada presenza de ditos contaminantes, como de protección do medio ambiente, para evitar que se causen danos ó entorno no que vivimos.

Así, dende a Axencia Espacial Europea (ESA) lanzouse, no ano 2017, un satélite de observación terrestre nomeado Sentinel-5 Precursor (ou Sentinel-5P). Dito satélite, que se enmarca dentro do Programa Copernico, emprega un instrumento denominado espectrómetro, co obxectivo de monitorizar a contaminación atmosférica. Desta forma, TROPOMI proporciona observacións de forma diaria de gases atmosféricos que son chave á hora de monitorizar a calidade do aire e realizar predicións sobre a evolución da mesma, coma poden ser o metano (CH_4), *monóxidodecarbono*, *formaldehído*, *dióxidodenitróxeno*, *ozono*, *aerosol* ou *dióxido de xofre*.

Este satélite proporciona datos a dous niveis distintos:

- Nivel 1 (L1): datos crus, que conteñen unicamente referencias temporais e información coma parámetros de xeoreferencias ou calibración.

- Nivel 2 (L2): datos derivados dos de nivel 1, pero con variables xeofísicas derivadas na mesma resolución e ubicación

Existe outro nivel, o Nivel 3 (L3), no cal as variables están mapeadas en escalas cuadriculares, en espazo e tempo, uniformes e con consistencia. Será este o nivel que nos interese alcanzar nos nosos datos, para poder obter con eles un agregado mensual que nos permita ver a media ou crear climatoloxías para poder observar anomalías nos mesmos.

O obxectivo deste traballo é, por tanto, empregar os datos que nos proporciona este satélite para, mediante a realización de diferentes operacións sobre os mesmos, poder facer un seguimento da evolución ó longo do tempo da contaminación en diversas cidades de España. Decidiuse escoller este ámbito debido a que, ó tratarse dun área relativamente reducida, o procesamento dos datos será máis sinxelo, posto que será preciso procesar menos arquivos de menor tamaño.

1.1. Obxectivos do traballo

1.2. Estrutura da memoria

A presente memoria estrutúrase do seguinte xeito:

- **Capítulo 2:** Especificación de requisitos. Este capítulo describe detalladamente os requisitos e criterios que debe cumprir o proxecto.
- **Capítulo 3:** Deseño. Aquí explicaremos todo o relativo ó proceso de deseño do software ata acadar a súa versión final. Tamén se comenta a metodoloxía empregada para o seu desenvolvemento, así como as diferentes tecnoloxías das que se fixo uso no mesmo.
- **Capítulo 4:** Probas. Esta sección trata sobre as probas realizadas, así como os resultados das mesmas.
- **Capítulo 5:** Conclusións e posibles ampliacións. Neste último capítulo preséntanse as conclusións obtidas após realizar o proxecto, así como propostas de melloras sobre o mesmo ou posibles ampliacións futuras.

Capítulo 2

Especificación de Requisitos

Especificación dos requisitos máis relevantes do Sistema, xunto coa información que este debe almacenar e as interfaces con outros Sistemas, sexan hardware ou software, e outros requisitos (rendemento, seguridade, etc.).

Capítulo 3

Deseño

Debe describirse como se realiza o Sistema, a división deste en diferentes compoñentes e a comunicación entre eles. Así mesmo, determinarase o equipamento hardware e software necesario, xustificando a súa elección no caso de que non fose un requisito previo. Debe achegarse a un nivel suficiente de detalle que permita comprender a totalidade da estrutura do produto desenvolvido, utilizando no posible representacións gráficas.

Capítulo 4

Probas

Plan de probas (con evidencias) que verifica a funcionalidade e correctitude global do sistema, e se leva a cabo.

Capítulo 5

Exemplos (eliminar capítulo na versión final)

5.1. Un exemplo de sección

Esta é *letra cursiva*, esta é **letra negrilla**, esta é letra subrallada, e esta é **letra curier**. Letra tiny, scriptsize, small, large, Large, LARGE e moitas más. Exemplo de fórmula: $a = \int_0^\infty f(t)dt$. E agora unha ecuación aparte:

$$S = \sum_{i=0}^{N-1} a_i^2. \quad (5.1)$$

As ecuaciones se poden referenciar: ecuación (5.1).

5.1.1. Un exemplo de subsección

O texto vai aquí.

5.1.2. Otro exemplo de subsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

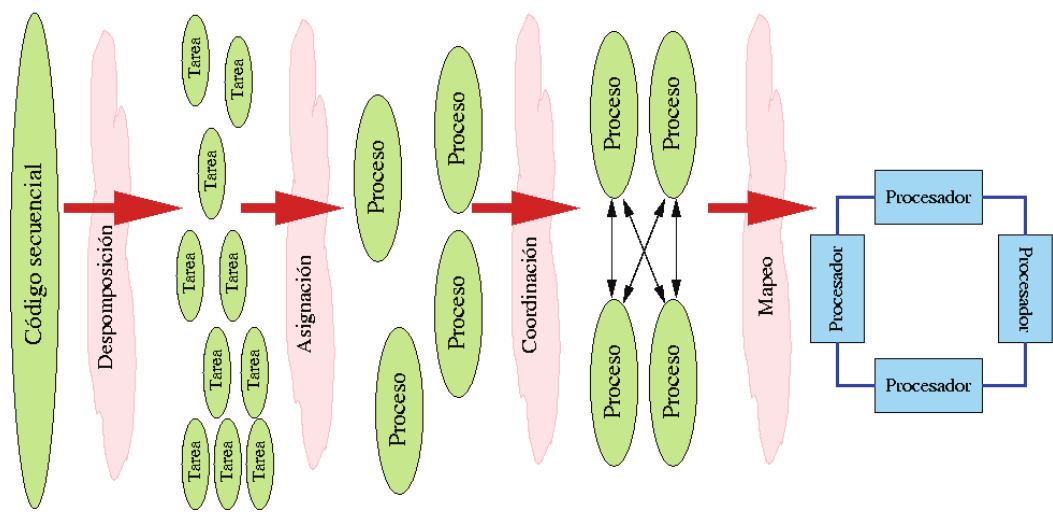


Figura 5.1: Esta é a figura de tal e cal.

Izquierda	Derecha	Centrado
ll	r	cccc
llll	rrr	c

Cadro 5.1: Esta é a táboa de tal e cal.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

5.2. Exemplos de figuras e cadros

A figura número 5.1.
O cadro (taboa) número 5.1.

5.3. Exemplos de referencias á bibliografía

Este é un exemplo de referencia a un documento descargado da web [1]. E este é un exemplo de referencia a unha páxina da wikipedia [2]. Agora un libro [3] e agora unha referencia a un artigo dunha revista [4]. Tamén se poden por varias referencias á vez [1, 3].

5.4. Exemplos de enumeraciones

Con puntos:

- Un.
- Dous.
- Tres.

Con números:

1. Catro.
2. Cinco.
3. Seis.

Exemplo de texto verbatim:

```
0 texto          verbatim
  se visualiza tal
    como se escribe
```

Exemplo de código C:

```
#include <math.h>
main()
{  int i, j, a[10];
   for(i=0;i<=10;i++) a[i]=i; // comentario 1
   if(a[1]==0) j=1; /* comentario 2 */
   else j=2;
}
```

Exemplo de código Java:

```
class HelloWorldApp {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello World!"); // Display the string.
    }
}
```


Capítulo 6

Conclusións e posibles ampliacións

O traballo describe o grao de cumprimento dos obxectivos. Posibles vías de mellora.

Apéndice A

Manuais técnicos

En función do tipo de Traballo e metodoloxía empregada, o contido poderase dividir en varios documentos. En todo caso, neles incluírase toda a información precisa para aquelas persoas que se vaian encargar do desenvolvemento e/ou modificación do Sistema (por exemplo código fonte, recursos necesarios, operacións necesarias para modificacións e probas, posibles problemas, etc.). O código fonte poderase entregar en soporte informático en formatos PDF ou postscript.

Apéndice B

Manuais de usuario

Incluirán toda a información precisa para aquelas persoas que utilicen o Sistema: instalación, utilización, configuración, mensaxes de erro, etc. A documentación do usuario debe ser autocontida, é dicir, para o seu entendemento o usuario final non debe precisar da lectura doutro manual técnico.

Apéndice C

Licenza

Se se quere pór unha licenza (GNU GPL, Creative Commons, etc), o texto da licenza vai aquí.

Bibliografía

- [1] Nvidia CUDA programming guide. Versión 2.0, 2010. Disponible en <http://www.nvidia.com>.
- [2] Acceso múltiple por división de código. Artigo da wikipedia (<http://es.wikipedia.org>). Consultado o 2 de xaneiro do 2010.
- [3] R.C. Gonzalez e R.E. Woods, *Digital image processing*, 3^a edición, Prentice Hall, New York, 2007.
- [4] P. González, J.C. Cartex e T.F. Pelas, “Parallel computation of wavelet transforms using the lifting scheme”, *Journal of Supercomputing*, vol. 18, no. 4, pp. 141-152, junio 2001.