

Prácticas de Visión por Computador

Grupo 2

Algunas ideas sobre cómo elaborar
un informe académico-científico

Pablo Mesejo

Universidad de Granada

Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Consideración Previa

- No hay una única manera de elaborar una memoria/informe
 - Ciertas asignaturas o temáticas pueden requerir distintos matices o estructuras particulares

Idea clave

- Un informe o memoria debe cumplir un objetivo fundamental:
 - Explicar
 - qué se ha hecho,
 - cómo se ha hecho lo que se ha hecho,
 - por qué se ha hecho así,
 - qué resultados se han obtenido, y
 - qué conclusiones podemos obtener a partir de los mismos
- Por tanto, **un informe debe ser claro, conciso y bien estructurado.**
 - En prácticas de VC, si no hay informe/memoria/discusión
→ es como no entregar nada!

Estructura (prácticas)

- Portada
 - incluyendo título y autor
- Índice
 - que permita comprender la estructura general de los contenidos y localizarlos con facilidad
- **Una sección/capítulo claramente diferenciado por cada ejercicio solicitado en el enunciado**
 - De lo contrario, puede resultar difícil comprender qué ejercicio se está resolviendo en cada momento.

Estructura (prácticas)

- Lo anterior, si se entrega solo un Notebook, evidentemente, no es necesario
 - La clave es que quede claro **qué se ha hecho, cómo, por qué, qué resultados se han obtenido, y qué conclusiones podemos obtener a partir de los mismos**

Estructura (Proyecto Final)

Nota1: Esta guía, en esencia, también sería aplicable a la memoria de un TFG.

Nota2: Lo importante es que los contenidos se presenten de modo claro y bien organizado

→ No es necesario seguir siempre al pie de la letra la estructura que presento!

- Portada
 - incluyendo título y autor(es)
- Índice
 - que permita comprender la estructura general de los contenidos y localizarlos con facilidad

Estructura (Proyecto Final)

1. Introducción

- En donde se describe el problema a resolver (¿qué queremos hacer?), la motivación (¿por qué es relevante hacerlo?), y los objetivos (¿qué objetivos concretos vamos a abordar de cara a resolver el problema?).

2. Fundamentos teóricos

- En donde se presentan los conceptos necesarios para comprender el trabajo.
- Esta sección no debería ser necesaria en el Proyecto Final, porque todos los conceptos empleados supongo que serán los vistos en la asignatura.

3. Estado del Arte

- En donde se presenta qué se ha hecho en el campo con anterioridad, y cuáles son los mejores métodos en la actualidad.

Estructura (Proyecto Final)

4. Métodos

- Descripción detallada de los métodos empleados y/o propuestos
- Como una subsección o una sección autónoma podrían incluirse “Detalles técnicos y de Implementación” y/o un apartado de “Planificación”.

5. Experimentos

- Se presentan los datos empleados, el protocolo de validación experimental, las métricas empleadas, los experimentos realizados, los resultados obtenidos, y la discusión de los mismos.
- Dependiendo del tipo de trabajo, los datos empleados pueden incluirse
 - en la sección anterior (que podría llamarse “Materiales y Métodos”),
 - en la “Introducción” (en caso de que los datos sean un elemento clave del problema concreto a resolver, como podría ser el caso del Proyecto Final),
 - o en una sección justo después de la “Introducción” que podría llamarse “Datos” o “Base de Datos”.

Estructura (Proyecto Final)

6. Conclusiones

- Sección que presenta, de modo breve y a modo de resumen, las principales conclusiones del trabajo realizado.
- También suele incluir los trabajos futuros. Es decir, cuáles son las líneas más prometedoras para continuar con este trabajo, así como posibles propuestas de mejora.

7. Bibliografía

- Contiene todas las referencias manejadas por el estudiante a la hora de realizar el trabajo.
- Del texto en el documento se puede ir a consultar la referencia concreta.

8. Anexos

- En caso de que sean necesarios. Sirven para incluir ciertos detalles que se consideren importantes, pero que no se quieran incluir en el cuerpo del documento.

Estructura (ejemplo de TFG)

Índice general

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 15 |
| 1.1. Descripción del problema | 15 |
| 1.1.1. Definición y dificultades del problema | 18 |
| 1.2. Motivación | 20 |
| 1.3. Contexto | 21 |
| 1.4. Objetivos | 22 |
| 2. Estado del arte | 23 |
| 2.1. Localización automática de landmarks cefalométricos en fotografías | 23 |
| 2.2. Localización automática de landmarks cefalométricos de interés odontológico en escáneres y rayos X | 25 |
| 2.3. Localización automática de landmarks faciales no cefalométricos en fotografías | 27 |
| 3. Fundamentos teóricos y metodología | 37 |
| 3.1. Aprendizaje automático y visión por computador | 37 |
| 3.1.1. Aprendizaje automático | 37 |
| 3.1.2. Aprendizaje supervisado y no supervisado | 37 |
| 3.1.3. Problemas de regresión y clasificación | 38 |
| 3.1.4. Visión por Computador | 39 |
| 3.2. Aprendizaje por máxima pendiente | 39 |
| 3.2.1. Función de coste o pérdida | 40 |
| 3.2.2. Gradiente descendente | 41 |
| 3.3. Deep Learning | 42 |
| 3.3.1. Perceptron Multicapa o Redes Neuronales <i>feed-forward</i> | 42 |
| 3.3.2. Back-propagation | 43 |
| 3.3.3. Optimizadores y AMSGrad | 44 |
| 3.4. Redes Neuronales Convolucionales Profundas | 45 |
| 3.4.1. Convolución | 46 |
| 3.4.2. Pooling | 47 |
| 3.4.3. Batch normalization | 48 |

| | |
|--|------------|
| 3.4.4. Relación de las capas convolucionales y la profundidad de la red | 48 |
| 3.4.5. Ajuste fino o <i>fine-tuning</i> | 48 |
| 3.5. <i>Data augmentation</i> y manipulación de imágenes 2D y modelos 3D | 49 |
| 3.5.1. <i>Data augmentation</i> | 49 |
| 4. Datos y métricas | 51 |
| 4.1. Conjuntos de datos del problema | 51 |
| 4.1.1. Descripción | 51 |
| 4.1.2. Limpieza de errores | 53 |
| 4.1.3. Ejemplos 3D | 55 |
| 4.2. Métricas del problema | 56 |
| 5. Implementación | 59 |
| 5.1. Diseño del software | 59 |
| 5.2. Entorno de ejecución | 62 |
| 6. Experimentos | 63 |
| 6.1. Separación de conjuntos y validación de los modelos | 63 |
| 6.2. Decisiones experimentales | 63 |
| 6.2.1. Framework de ejecución | 64 |
| 6.2.2. Elección del modelo base | 66 |
| 6.2.3. Descripción de HyperFace-Resnet101 | 67 |
| 6.2.4. Optimizador elegido | 71 |
| 6.2.5. Generación de las proyecciones 3D | 72 |
| 6.2.6. Utilización del dataset original y el 3D | 73 |
| 6.2.7. Determinación de hiperparámetros | 74 |
| 6.2.8. Fine-tuning y preentrenamiento sobre AFLW | 76 |
| 6.2.9. Online Data-Augmentation | 76 |
| 6.3. Proceso de entrenamiento | 77 |
| 6.3.1. Evaluación de los resultados de 5-fold CV | 79 |
| 6.4. Dificultades encontradas durante la experimentación | 79 |
| 6.5. Resultados | 81 |
| 6.5.1. Combinación dataset original y modelos 3D | 81 |
| 6.5.2. Impacto del optimizador elegido | 83 |
| 6.5.3. Comparación de los resultados con el conjunto de test | 84 |
| 6.5.4. Análisis del mejor modelo elegido | 86 |
| 6.5.5. Problema de regresión | 96 |
| 6.5.6. Problema de clasificación | 98 |
| 7. Conclusiones y trabajos futuros | 99 |
| Bibliografía | 103 |

Estructura (ejemplo de TFG)

Índice general

| | |
|---|-----------|
| Índice de figuras | III |
| Índice de cuadros | V |
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Descripción del problema | 1 |
| 1.2. Motivación | 4 |
| 1.3. Objetivos | 5 |
| 2. Fundamentos Teóricos | 7 |
| 2.1. Aprendizaje automático y aprendizaje profundo | 7 |
| 2.2. Redes Convolucionales Profundas | 8 |
| 2.2.1. Convolutional layer | 9 |
| 2.2.2. Pooling layer | 10 |
| 2.2.3. Fully-connected layer | 10 |
| 2.3. Técnicas de aumento de los datos | 11 |
| 2.4. Métodos clásicos | 11 |
| 3. Estado del Arte | 15 |
| 3.1. Clasificación de imágenes con <i>deep learning</i> | 18 |
| 3.2. Enfoques de IA para la determinación del sexo a partir de imágenes óseas | 18 |
| 4. Planificación e Implementación | 21 |
| 4.1. Planificación | 21 |
| 4.2. Implementación y entorno de ejecución | 22 |
| 5. Datos | 23 |
| 5.1. Descripción de los datos | 23 |
| 5.2. Preprocesado de los datos | 24 |
| 6. Métodos Propuestos | 27 |
| 6.1. <i>Deep learning</i> | 27 |

| | |
|--|----------------|
| ii | ÍNDICE GENERAL |
| 6.2. Técnicas Clásicas de Aprendizaje Automático y Visión por Computador | 30 |
| 7. Experimentos | 33 |
| 7.1. Aumento de datos | 33 |
| 7.2. Protocolo de validación experimental | 34 |
| 7.3. Métricas | 35 |
| 7.4. Experimentación con <i>deep learning</i> | 37 |
| 7.5. Experimentación con Técnicas Clásicas de Aprendizaje Automático y Visión por Computador | 38 |
| 7.6. Comparativa Global con Experto Humano y Estado del Arte | 39 |
| 8. Conclusiones | 41 |
| 9. Bibliografía | 43 |

Estructura (ejemplo de TFG)

Índice general

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 15 |
| 1.1. Descripción del problema | 15 |
| 1.2. Motivación | 17 |
| 1.3. Objetivos | 18 |
| 2. Estado del arte | 21 |
| 3. Fundamentos Teóricos y Metodología | 25 |
| 3.1. Resonancia Magnética Funcional | 25 |
| 3.1.1. La señal BOLD | 25 |
| 3.1.2. Balloon model | 28 |
| 3.2. Computación Evolutiva | 32 |
| 3.2.1. Definición | 33 |
| 3.2.2. Algoritmos evolutivos | 33 |
| 3.2.3. Componentes de los algoritmos evolutivos | 35 |
| 3.3. Algoritmos meméticos | 39 |
| 3.3.1. Estructura general de los algoritmos meméticos | 40 |
| 3.3.2. Meta-operador de mutación | 40 |
| 4. Planificación, Desarrollo y Entorno de Simulación | 43 |
| 4.1. Planificación | 43 |
| 4.2. Diseño e Implementación | 45 |
| 4.2.1. Traducción a GNU Octave | 45 |
| 4.2.2. Herramientas de ejecución de experimentos | 47 |
| 4.2.3. Herramienta de transformación y análisis de resultados | 47 |
| 4.3. Entorno de simulación | 48 |
| 5. Métodos Propuestos | 53 |
| 5.1. Expectation-Maximization/Gauss-Newton | 53 |
| 5.1.1. Recursive EM/GN | 54 |
| 5.1.2. Randomized EM/GN | 54 |
| 5.2. Metaheurísticas consideradas para resolver el problema de estimación de parámetros del Balloon model | 56 |
| 5.2.1. Differential Evolution | 56 |
| 5.2.2. Real Coded Genetic Algorithms | 57 |
| 5.2.3. Particle Swarm Optimization | 59 |

| | |
|--|----|
| 5.2.4. Covariance Matrix Adaptation Evolution Strategy | 61 |
| 5.2.5. Algoritmos Meméticos | 62 |
| 5.3. Función Objetivo | 63 |
| 6. Experimentos | 65 |
| 6.1. Configuración de los métodos | 65 |
| 6.2. Conjuntos de datos considerados | 66 |
| 6.3. Descripción de los tests estadísticos | 68 |
| 6.4. Resultados | 70 |
| 6.4.1. Experimentos con Datos Sintéticos | 70 |
| 6.4.2. Experimentos con Datos Reales | 74 |
| 6.4.3. Experimentos Complementarios | 83 |
| 7. Conclusiones | 89 |

Estructura (ejemplo de TFG)

Índice general

| | |
|---|-----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 1.1. Descripción del problema | 1 |
| 1.2. Motivación | 4 |
| 1.3. Objetivos | 5 |
| 1.4. Estructura de la memoria | 5 |
| 2. Fundamentos teóricos | 7 |
| 2.1. Machine learning y deep learning | 7 |
| 2.2. Redes neuronales | 8 |
| 2.2.1. Capa totalmente conectada | 10 |
| 2.2.2. Capa Convolutiva | 11 |
| 2.2.3. Capa de Pooling | 12 |
| 2.2.4. Dropout | 13 |
| 2.3. Neural Architecture Search | 13 |
| 2.3.1. Espacio de búsqueda | 14 |
| 2.3.2. Estrategia de búsqueda | 17 |
| 2.3.3. Estrategia de estimación del rendimiento | 22 |
| 3. Estado del arte | 25 |
| 3.1. Resumen estado del arte | 25 |
| 3.2. Evolución de NAS | 25 |
| 3.2.1. Aproximaciones evolutivas | 25 |
| 3.2.2. Aprendizaje por refuerzo | 28 |
| 3.2.3. Enfoque jerárquico | 29 |
| 3.2.4. Optimización bayesiana | 30 |
| 3.2.5. NAS en la actualidad | 30 |
| 4. Materiales y métodos | 31 |
| 4.1. Datos del problema | 31 |
| 4.2. Métricas | 35 |
| 4.3. Función de pérdida | 38 |
| 4.4. Red diseñada por experto | 38 |
| 4.5. Aprendizaje por refuerzo: ENAS | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 4.6. Optimización bayesiana: Auto-Keras | 42 |
| 4.7. Algoritmo Evolutivo: Auto CNN | 43 |
| 5. Planificación e Implementación | 47 |
| 5.1. Planificación | 47 |
| 5.2. Implementación | 48 |
| 5.3. Lenguaje y entorno | 50 |
| 6. Experimentación | 51 |
| 6.1. Red diseñada por experto | 53 |
| 6.2. ENAS | 53 |
| 6.3. Auto-Keras | 56 |
| 6.4. Auto CNN | 58 |
| 6.5. Discusión | 59 |
| 7. Conclusiones y Trabajos Futuros | 63 |
| Bibliografía | 65 |

Cuestiones a evitar

- Introducir resultados (tablas, figuras) y no comentarlos.
 - Resultados sin discutir → es como no presentar resultados.
- Introducir texto de modo innecesario.
 - Evitar “andarse por las ramas” y meter párrafos “por rellenar”.
 - Si se hace una pregunta en el enunciado, intentar responderla directamente y con claridad.
- Afirmaciones sin justificación empírica o teórica.
 - Cuando afirmamos algo es porque los resultados de nuestros experimentos o la literatura científica existente nos permiten afirmarlo.

Recomendaciones

- Fondo y forma son ambos importantes
 - Si os resulta posible, emplead LaTeX
- Numerad tablas y figuras, e incluid pies de tabla/figura explicativas. Referenciad también en el texto las tablas y figuras.
- Las figuras mostradas en la memoria deben ser generadas por el código. De lo contrario, se debe explicar el motivo de la diferencia en la memoria.

Recomendaciones

- Evitar memorias esquemáticas.
 - Se deben discutir y analizar los resultados obtenidos (tanto a nivel cualitativo como cuantitativo).
 - No vale decir “Podemos ver el resultado durante la ejecución del programa”
 - Es recomendable incluir información que ponga en valor el trabajo realizado:
 - ventajas e inconvenientes de los métodos empleados,
 - problemas encontrados a la hora de realizar la práctica,
 - experimentos fallidos realizados, etc.

Recomendaciones

- Las figuras y tablas deben verse correctamente
 - Una figura o tabla que no se ve no cumple su función. Es como si no estuviera...
 - Limitar el número de decimales en las tablas (2 o 3 suelen ser suficiente) → aumenta la legibilidad de los resultados
 - Se recomienda encarecidamente explicar conceptos, resultados y métodos de modo visual → Una imagen vale más que mil palabras!
- Integrar las fórmulas y ecuaciones en el propio documento (y numerarlas)
 - No pegarlas/incrustarlas como una imagen en medio del texto!

Recomendaciones

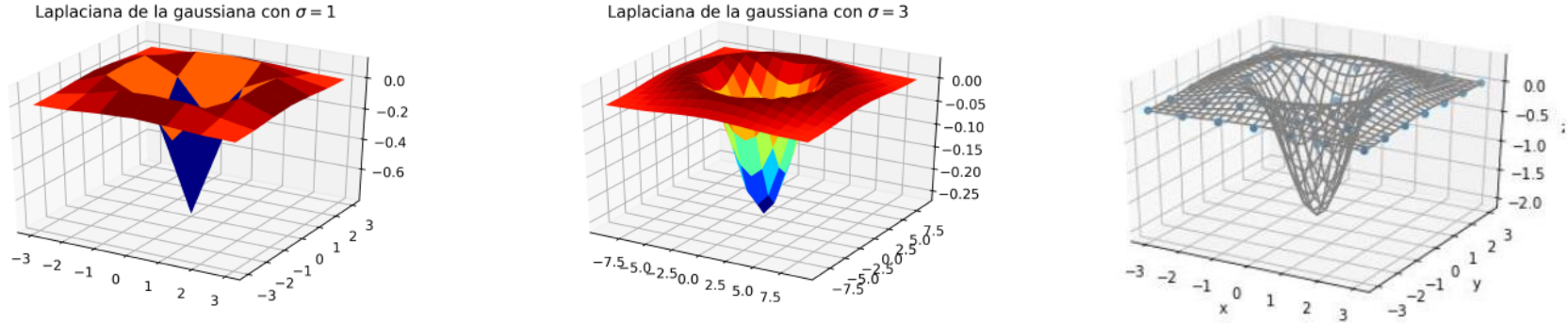


Figura 1.5: En el caso de $\sigma = 1$, el tamaño de la máscara es 7, y al ser tan pocos puntos no se aprecia del todo bien la forma de la laplaciana. En el caso de la derecha, con una máscara de tamaño 19, ya se aprecia bien la forma de sombrero mejicano invertido.

Esta imagen tiene pie de imagen (*caption*), está numerada y es muy clara

Esta imagen no tiene pie de imagen (*caption*), no está numerada y la resolución de la misma es mejorable

Recomendaciones

- Guiad/ayudad al lector lo máximo posible, facilitándole el trabajo.
- La pregunta que nos debemos hacer es:
Si vosotros no hubieseis hecho esta memoria, al leerla, ¿comprenderíais el trabajo desarrollado?