

Guía docente

270611 - CPS - Resolución de Problemas Combinatorios

Última modificación: 04/02/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN EN INFORMÁTICA (Plan 2012). (Asignatura optativa).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL

Otros: Segon quadrimestre:
ENRIC RODRIGUEZ CARBONELL - 10

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos del sistema operativo Linux y del lenguaje de programación C++.
Conocimientos básicos de álgebra lineal, algoritmos de grafos y lógica.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

Genéricas:

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

Transversales:

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Básicas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.



METODOLOGÍAS DOCENTES

La característica principal de la metodología docente es el uso de materiales accesibles a través de la web, diseñados específicamente para un curso de autoaprendizaje. Estos materiales permiten reformular la enseñanza de tal manera que el modelo tradicional de clases desaparece en gran medida.

Así:

1. Considera la clase como una línea de base para el trabajo, que el estudiante debe continuar y profundizar por su cuenta.
2. Se basa en materiales de alta calidad (diapositivas, listas de problemas, problemas resueltos, ejemplos de trabajos prácticos de laboratorio, software LP / SAT / CP, referencias bibliográficas).
3. Tiene como objetivo motivar a los estudiantes, con ejemplos, discusiones, comentarios, etc ... Las intuiciones detrás de las definiciones, propiedades y las técnicas se discuten en grupo.

El laboratorio fomentará el trabajo independiente de los estudiantes. El papel del profesor será principalmente ayudar y evaluar los estudiantes, que deberían trabajar principalmente de forma autónoma.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Modelar problemas surgidos de la informática y otras disciplinas en los paradigmas de resolución considerados en el curso: programación con restricciones, programación lineal entera, satisfactibilidad proposicional.
2. Familiarizarse con las herramientas del estado del arte de los paradigmas de resolución considerados en el curso: programación con restricciones, programación lineal entera, satisfactibilidad proposicional.
3. Comprender los fundamentos algorítmicos de cada uno de los paradigmas de resolución considerados en el curso: programación con restricciones, programación lineal entera, satisfactibilidad proposicional.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	96,0	64.00
Horas grupo grande	54,0	36.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Problemas Combinatorios.

Descripción:

Definición informal. Problemas NP-completos vs. problemas de tiempo polinómico. Algunos ejemplos y aplicaciones: satisfactibilidad proposicional, coloración de grafos, mochila, empaquetamiento de contenedores, etc. Enfoques para la resolución de problemas.



Programación con Restricciones.

Descripción:

Definiciones básicas. Problemas de satisfacción de restricciones. Ejemplos. Consistencia local: consistencia de arco, consistencia de arco direccional, consistencia de límites. Propagación de restricciones para restricciones globales: all different. Algoritmos de búsqueda: retroceso básico, verificación anticipada, búsqueda parcial / completa. Heurísticas de orden de variable y de valor. Problemas de optimización de restricciones. Modelado y resolución de problemas con CP.

Programación Lineal.

Descripción:

Revisión de programación lineal: el algoritmo del símplex. Dualidad y símplex dual. Modelado y resolución de problemas con programación lineal. Programación lineal entera mixta. Branch & bound, planos de corte, branch & cut. Matrices totalmente unimodulares. Algoritmo del símplex para redes. Modelado y resolución de problemas con programación lineal entera mixta.

Resolución de SAT y extensions.

Descripción:

Lógica proposicional. El problema de la satisfactibilidad (SAT). Algoritmo DPLL. Resolución. Resolvedores de SAT con aprendizaje de cláusulas guiado por conflictos. Modelado y resolución de problemas con SAT: restricciones de cardinalidad, restricciones pseudo-booleanas. Satisfactibilidad módulo teorías.

ACTIVIDADES

Introducción a los Problemas Combinatorios

Descripción:

Introducción a los Problemas Combinatorios

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h



Programación con Restricciones

Descripción:

Modelado y resolución con programación con restricciones

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 26h 48m

Aprendizaje autónomo: 12h 48m

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Programación Lineal

Descripción:

Modelado y resolución con programación lineal

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 34h 36m

Aprendizaje autónomo: 20h 36m

Grupo grande/Teoría: 10h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h



SAT y Extensiones

Descripción:

Modelado y resolución con SAT y extensiones

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 24h 48m

Aprendizaje autónomo: 12h 48m

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Examen Final

Descripción:

El examen cubre los temas de modelado y resolución con programación con restricciones, programación lineal y satisfactibilidad proposicional.

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 21h 48m

Aprendizaje autónomo: 19h 48m

Actividades dirigidas: 2h

Trabajo Práctico de Programación con Restricciones

Descripción:

El proyecto consiste en el modelado y resolución de un problema combinatorio con programación con restricciones

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 10h

Trabajo Práctico de Programación Lineal

Descripción:

El proyecto consiste en el modelado y resolución de un problema combinatorio con programación lineal

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 10h



Trabajo Práctico de SAT

Descripción:

El proyecto consiste en el modelado y resolución de un problema combinatorio con SAT

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CB6. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CEE3.2. Capacidad para utilizar un espectro amplio y variado de recursos algorítmicos para resolver problemas de alta dificultad algorítmica.

CEE3.3. Capacidad para entender las necesidades computacionales de problemas de disciplinas distintas de la informática y efectuar contribuciones significativas en equipos multidisciplinares que usen la computación.

CG3. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y diseño experimental en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación e innovación en todos los ámbitos de la Informática.

CG1. Capacidad para aplicar el método científico en el estudio y análisis de fenómenos y sistemas en cualquier ámbito de la Informática, así como en la concepción, diseño e implantación de soluciones informáticas innovadoras y originales.

CTR6. RAZONAMIENTO: Capacidad de razonamiento crítico, lógico y matemático. Capacidad para resolver problemas dentro de su área de estudio. Capacidad de abstracción: capacidad de crear y utilizar modelos que reflejen situaciones reales. Capacidad de diseñar y realizar experimentos sencillos, y analizar e interpretar sus resultados. Capacidad de análisis, síntesis y evaluación.

Dedicación: 10h

Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El 50% de la nota final corresponde a teoría. Esta nota se obtendrá mediante un examen escrito al final del curso.

El otro 50% de la nota final corresponde a laboratorio. Esta nota se obtendrá como la media de tres proyectos sucesivos (uno para CP, otro para LP, y todavía otro para SAT) que los estudiantes deberán haber entregado.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Heule, Marijn; Walsh, Toby; van Maaren, Hans; Biere, Armin. Handbook of satisfiability [en línea]. Second edition. Washington: IOS Press, 2021 [Consulta: 07/03/2025]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=28617772>. ISBN 9781643681603.

- Cormen, T.H. [et al.]. Introduction to algorithms. 4th ed. Cambridge: MIT Press, 2022. ISBN 9780262046305.

- Rossi, F.; Beek, P. van ; Walsh, T. (eds.). Handbook of constraint programming. Amsterdam: Elsevier, 2006. ISBN 0444527264.

- Williams, H.P. Model building in mathematical programming. 5th ed. Chichester: Wiley & Sons, 2013. ISBN 9781118443330.

Complementaria:

- Maros, I. Computational techniques of the simplex method. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2003. ISBN 1402073321.

RECURSOS

Enlace web:

- <http://www.cs.upc.edu/~erodri/cps.html>