

Programa de Asignatura

Ingeniería en Computación - In.Co.

Nombre de la Asignatura

Diseño Topológico de Redes.

Créditos

10.

Docente Responsable

Docente Responsable: Dr. Ing. Franco Robledo

Docentes del Curso:

- Dr. Ing. Franco Robledo (Dpto. Inv. Operativa),
- Dr. Ing. Eduardo Canale (IMERL),
- Dr. Ing. Pablo Rodríguez Bocca (IIE, Dpto. Inv. Operativa).

Objetivo de la Asignatura

La determinación de la topología de redes de alto porte son problemas combinatorios usualmente de orden de exponencial en su resolución exacta. En la práctica, encontrar soluciones factibles que mejoren en pocos puntos porcentuales soluciones ya existentes, redundan en ahorros significativos para las empresas constructoras.

El propósito central del curso es introducir a la metodología y la modelación de problemas de diseño de redes con altos niveles de conectividad de forma de obtener topologías de bajo costo robustas ante fallas en links y/o servidores. El estudiante se capacitará en tópicos inherentes a la modelación de problemas de diseño de la estructura topológica de redes con niveles de supervivencia preestablecidos y la resolución aproximada de éstos mediante el diseño de heurísticas a medida.

Metodología de enseñanza

Comprende el dictado y discusión temática en 22 clases (33 horas totales, 2 teóricos por semana de 1.30 horas cada uno). Además, la evaluación y extensión de formación mediante la realización de un proyecto final (100 horas).

Cuatro clase de consultas de laboratorio 3 horas cada una (total 12 horas).

Temario

Contenido del Curso:

- 1) Introducción – Motivación.
- 2) Fundamentos básicos de la Teoría de Grafos.
- 3) Conectividad en Grafos:
 - i) Componentes conexas de un grafo; conjuntos de separación; conjuntos de corte; nodo de articulación; arista puente.
 - ii) Definiciones de k -arista-conectividad, k -nodo-conectividad y relación entre ellas.

- iii) Caracterización de topologías de cubrimiento minimales (árboles).
 - iv) Teorema de Mader (condición suficiente de k -conectividad).
 - v) Contracción en un grafo.
 - vi) Redes 2-conexas:
 - a) Caracterización,
 - b) Operaciones que preservan la 2-conexidad.
 - c) Aplicación en modelos topologicamente robustos.
 - d) Caso Particular: Ciclos Hamiltonianos.
 - vii) Redes 3-conexas:
 - a) Caracterización (Teorema de Tutte),
 - b) Operaciones que preservan la 3-conexidad.
 - c) Aplicación en modelos topologicamente robustos.
 - viii) El Teorema de Menger.
 - ix) Teorema de Ford-Fulkerson y su aplicación para la determinación de un conjunto de corte en un grafo.
 - x) Condición necesaria y suficiente para la existencia de k árboles de cubrimiento arista-disjuntos en un grafo (Teorema de Tutte-Nash-Williams).
- 4) Diseño de redes con niveles de sobrevivencia prefijados:
- i) Definición de la k -nodo-(resp. arista)-sobrevivencia respecto a un conjunto distinguido de nodos de una red.
 - ii) Problemas:
 - a) ECON - Encontrar la sub-red de costo mínimo que satisfaga ciertos requerimientos de arista-sobrevivencia preestablecidos.
 - b) NCON - Encontrar la sub-red de costo mínimo que satisfaga ciertos requerimientos de nodo-sobrevivencia preestablecidos.
 - c) Casos particulares del ECON y NCON: k NECON, k NCON, 2NCON, 2ECON, etc.
 - iii) Casos particulares del NCON/ECON resolubles en tiempo polinomial.
 - iv) Formulación del ECON y NCON como problemas de programación lineal entera.
 - v) Condición necesaria para que una red sea k -nodo-conexa (Lema de Harary).
 - vi) Condición necesaria para que una red satisfaga requerimientos de conectividad heterogeneos (Lema de Chou-Frank).
 - vii) Número mínimo de aristas a agregar en una red dada, de forma de alcanzar requerimientos de conectividad preestablecidos (Teorema de Frank).
- 5) Resultados estructurales para redes con desigualdad triangular entre los costos de los arcos:
- i) Modelos MWk VCSN y MWk ECSN: el problema de encontrar el subgrafo k -nodo-conexo (resp. k -arista-conexo) de costo mínimo que cubre los nodos de un

- grafo completo.
- ii) Caso particular ($k=2$): modelos MW2VCSN- MW2ECSN con desigualdad triangular:
 - a) Condiciones equivalentes para la 2-nodo-conectividad de un grafo (Teorema de Berge).
 - b) Existencia y estructura de una solución óptima 2-nodo-conexa para el problema MW2VCSN (Teorema de Monma et al.).
 - c) Condición suficiente para que una solución factible a un problema MW2VCSN (resp. MW2ECSN) con función de distancia canónica sea solución óptima global (Teorema de Monma et al.).
 - iii) Modelos MW k VCSN y MW k ECSN con $k \geq 3$ y desigualdad triangular:
 - a) Existencia y estructura de una solución óptima k -arista-conexa para el problema MW k ECSN (Teorema de Bienstock et al.).
 - b) Existencia y estructura de una solución óptima k -nodo-conexa para el problema MW k VCSN (Teorema de Bienstock et al.).
 - c) Condición necesaria de una solución óptima del MW k VCSN satisfaciendo la condición $|V| \geq 2k$ (Teorema de Bienstock et al.).
- 6) Algoritmos clásicos de diseño topológico: Heurística de Steiglitz, Heurística de Goemans-Bertsimas, etc.
 - 7) Introducción a la Confiabilidad Estructural.
 - 8) Heurísticas a medida como herramientas de diseño:
 - Construcción *greedy* de soluciones factibles.
 - Algoritmos de Búsqueda Local.
 - 9) Resolución Heurística de los problemas:
 - a) GSP (Generalized Steiner Problem),
 - b) STNCSP (Steiner 2-node-connected sub-graph problem),
 - c) SPG (Steiner Problem in Graphs),
 - d) STSP (Steiner Traveling Salesman Problem).
 - 10) Presentación de los problemas de diseño topológico que deberán resolver los estudiantes.

Bibliografía

- Design of Survivable Networks, Mechthild Stoer. Spring-Verlag 1992. (3-540-56271-0)*
- Graph Theory, Reinhard Diestel. Springer 1997. (0-387-98210-8)*
- The Combinatorics of Network Reliability. Oxford University Press 1987. (0-19-504920-9)*
- (Y otra proporcionada por el docente).

Conocimientos previos exigidos y recomendados

Se recomienda tener conocimientos básicos de teoría de grafos y teoría de probabilidades.

Anexo:

1) Cronograma tentativo.

Temario:

- 1) Introducción/Motivación y Fundamentos básicos de la Teoría de Grafos (3 h).
- 2) Conectividad en Grafos (4.5 h).
- 3) Diseño de redes con niveles de sobrevivencia prefijados (1.5 h).
- 4) Resultados estructurales para redes euclídeas (1.5 h).
- 5) Algoritmos clásicos de diseño topológico (1.5 h).
- 6) Introducción a la Confiabilidad Estructural (1.5 h).
- 7) Heurísticas a medida (6 h).
- 8) Resolución de problemas de estudio: GSP, STNCSP, SPG, STSP (12 h).
- 9) Presentación de problemas que deberán resolver los estudiantes (1.5).

El estudiante deberá realizar un proyecto final (100 h), el cuál consta básicamente de ejercicios de diseño topológico de redes a resolver en grupo.

2) Modalidad del curso y procedimiento de evaluación.

(Ver Metodología de Enseñanza)

La extensión formativa y evaluación del estudiante se realiza mediante asignación de ejercicios y un proyecto final. El estudiante debe desarrollar un pequeño proyecto aplicativo de los conocimientos adquiridos, el cual debe entregar documentado un mes y medio después de finalizado el curso.

La asignatura se aprueba demostrando adiestramiento (de al menos 60%) en los ejercicios asignados, el proyecto final y la asistencia a las clases. La calificación final se pondera según los factores evaluativos: ejercicios en un 25%, proyecto final 70% y asistencia con 5%.

3) Materia.

Carrera Ingeniería en Computación (72)

Grupo de materias básico-tecnológicas, técnicas y actividades integradoras

Investigación Operativa

4) Previaturas.

Carrera Ingeniería en Computación

La previa es de tipo examen-curso (exoneró el curso o bien salvó el examen):

Plan 97: Introducción a la Investigación de Operaciones

Plan 87: Investigación Operativa

5) Cupo

'No tiene'.

6) Esta asignatura no adhiere a resolución del consejo sobre condición de libre