COMP. 1999
30

8

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

1. DEPARTAMENTO: Computación

2. CUATRIMESTRE: Segundo de 1999.

3. ASIGNATURA: Temas de Lógica en Computación

4. CARRERA: Licenciatura en Ciencias de la Computación

5. CARACTER DE LA MATERIA: Optativa

6. NUMERO DE CODIGO DE CARRERA: 18

7. NUMERO DE CODIGO DE MATERIA: C

8. PUNTAJE: 2 puntos

9. PLAN DE ESTUDIOS AÑO: 1987 y 1993.

10. DURACION DE LA MATERIA: trimestral

11. HORAS DE CLASE SEMANAL:

a)TEORICAS/PRACTICAS: 4
b)LABORATORIO HS. d)SEMINARIOS

12. CARGA HORARIA TOTAL: 4 HORAS

13. ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Lógica y Computabilidad – Algoritmos y Estructura de Datos III

14. FORMA DE EVALUACION: Examen Final

15. PROGRAMA Y BIBLIOGRAFIA: Adjuntas a esta hoja.

FECHA: 19/7/99

Firma del Profesor
Dr. Xavier Caicedo

Firma del Director

Temas de Lógica en Computación

X. Caicedo
Universidad de los Andes, Bogotá

Nuestro interés es dar un visión más o menos amplia del papel que juega cada vez más vigorosamente la teoría de modelos en la informática teórica y aplicada. El hilo que une los diversos temas a tratar es la noción de definibilidad, y el intrumento principal la teoría de modelos finitos.

Se podrá tratar tres temas principales en el curso. 1. Significado lógico y contenido computacional de la Paradoja de Berry. 2. Versión modelo teórica de la complejidad algorítmica (tiempo y espacio). 3. Métodos lógicos en combinatoria asintótica. Y si el tiempo lo permite, un cuarto tema: Cuantificadores y juegos de información imperfecta.

La formalización de la Paradoja de Berry proporciona una aproximación unificada a conocidos y famosos resultados de indefinibilidad, incalculabilidad e indeducibidad, incluyendo el teorema de incompletitud de Gödel. Se explicará esto en detalle.

El segundo tema, la llamada complejidad descriptiva, estudia la definibilidad de clases y operaciones entre clases de estructuras finitas en diversos lenguajes lógicos, teniendo en cuenta que cada lenguaje representa un nivel de complejidad computacional. Ha adquirido un gran impetu en los ultimos años y existen ya buenos textos sobre el tema. Enfatizaremos las operaciones definibles entre clases de estructuras, que corresponden a interpretaciones entre teorías, en un sentido generalizado.

Respecto al tercer tema, muchas propiedades de grafos y otros tipos de estructuras finitas cumplen leyes 0-1 de probabilidad asintótica. Es decir, para *n* "grande" casi todos lo grafos de cardinal *n*, o casi ninguno, poseen la propiedad. La teoría de modelos permite explicar y profundizar este fenómeno. Las sentencias de primer orden con probabilidad 1 coinciden con las verdades del "grafo aleatorio" infinito. Este fenómeno se extiende a ciertos fragmentos con significado computacional de la lógica de segundo orden (pero no a toda). Para ciertos problemas decidibles en tiempo exponencial la probabildad asintótica puede tomar cualquier valor recursivo entre 0 y 1.

Respecto al cuarto tema, toda fórmula de la lógica de primer orden puede interpretarse como un esquema de juego de información perfecta, de manera que su verdad o falsedad en una estructura dada corresponde a la existencia de estrategia ganadora para uno u otro jugador. Si se enriquece el lenguaje de primer orden con cuantificadores naturales como: "Existe *x* que no depende de *y* tal que...", es posible expresar también juegos de información imperfecta, por ende no necesariamente determinados. La lógica resultante es estrictamente más expresiva que la clásica, no bivaludada, y captura *NP* en modelos finitos. Posee además formas normales prenexas que podrían tener aplicaciones prácticas en demostración automática de teoremas.

TEMAS DE LÓGICA EN COMPUTACION

Apla

1. LA PARADOJA DE BERRY
   1.1. Definibilidad semántica y deductiva
   1.2. Representación aritmética de los procesos recursivos
   1.3. Números de Berry e incompletitud
   1.4. Complejidad à la Kolmogorov
2. COMPLEJIDAD ALGORITMICA
   2.1. Complejidad de tiempo y espacio
   2.2. Complejidad determinística vs. no determinística
   2.3. Reducibilidad, problemas completos, oráculos
3. TEORÍA DE MODELOS
   3.1. Logicas de primer y segundo orden, Expresabilidad
   3.2. Definibilidad, juegos de Ehrenfeucht-Fraissé
   3.2. Interpretaciones y traducciones entre teorías
   3.3. Interpretaciones com operaciones uniformemente continuas
   3.4. Interpretaciones, interpolacíon y definibilidad implícita
   3.5. Cuantificadores generalizados y oráculos
   3.6. Fórmulas infinitas para modelos finitos
   3.7. Rigidez y definibilidad del orden
4. COMPLEJIDAD DESCRIPTIVA
   4.1. Aritmética en estructuras finitas
   4.2. Representación aritmética de los cálculos algorítmicos
   4.3. Lógica del L (espacio logarítmico)
   4.4. Lógica de P (tiempo polinomial)
   4.5. Lógica de NP (tiempo polinomial no determinístico)
   4.6. Teorema de Cook
   4.7. Caracterización de otras clases de complejidad
   4.8. Interpretaciones y reducibilidad
5. COMBINATORIA ASINTÓTICA
   5.1. Leyes 0-1
   5.2. El grafo aleatorio
   5.3. Combinatoria asintótica y complejidad

Si queda tiempo:

6. CUANTIFICADORES DE INFORMACIÓN IMPERFECTA
   6.1. Semántica de juegos
   6.2. Cuantificadores de información imperfecta
   6.3. Semántica composicional vs. semántica de juegos
   6.4. Una nueva caracterización de NP
   6.4. Algoritmos mas eficientes de unificación

BIBLIOGRAFÍA

[A-V] Abiteboula, S. Hull, R. y Vianu, V. *Foundations of Databases*. Addison Wesley, 1995

[B-D-G] Balcázar, J. L., Diaz, J., and J. Garrabó: *Structural Complexity I, II*. Springer Verlag, 1985

[C] Calude, C.: *Theories of computational complexity*. Annals of

Aell/A