LÓGICA COMPUTACIONAL **PRESENTACIÓN**

Francisco Hernández Quiroz

Departamento de Matemáticas Facultad de Ciencias, UNAM E-mail: fhq@ciencias.unam.mx Página Web: www.matematicas.unam.mx/fhq

Facultad de Ciencias

Francisco Hernández Quiroz

Francisco Hernández Quiroz

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica?

La lógica se ocupa de argumentos: una serie de premisas de la que se sigue una conclusión.

Premisas:

- Todos los hombres son mortales.
- Sócrates es un hombre.

Conclusión:

Sócrates es mortal.

Relaciones entre la lógica y la computación

- Descripción y análisis de lenguajes
 - Lógica aplicada a otros lenguajes formales
 - Especificación y verificación de programas
 - Técnicas para la verificación
- Otras tres áreas de aplicación directa de la lógica
 - Programación lógica
 - Sistemas expertos y representación del conocimiento
 - Aplicaciones a otras ciencias

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Para la lógica, la verdad de un argumento no tiene que ver con su contenido, sino con su forma:

Premisas:

- Todos los bologovos son misófilos.
- El Jabberwock es un bologovo.

Conclusión:

El Jabberwock es un misófilo.

Francisco Hernández Quiroz Francisco Hernández Quiroz Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica? Origen de las computadora

Sintaxis y semántica

Un lenguaje lógico consta de:

- Sintaxis. Son reglas que dicen qué cadenas de símbolos pertenecen al lenguaje.
 - Por ejemplo, $p \Rightarrow q$ es una fórmula del cálculo de proposiciones, pero $\Rightarrow p$) no lo es.
- Semántica. Son reglas que relacionan las fórmulas con un universo de significado. Por ejemplo, si

p significa "México perdió con Italia" y q significa "México le ganó a Croacia", entonces " $-p \wedge q$ significa "México no perdió con Italia y le ganó a Croacia"

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computaciona

Presentació

ón

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computaciona

resentación

6/20

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Qué es la lógica? Origen de las computadoras

Origen de las computadoras

- El origen de (los modelos matemáticos de) las computadoras reside en parte en la lógica
- Leibniz planteó la posibilidad de tener un lenguaje que expresara todo el conocimiento posible y permitiera razonar infaliblemente
- Hilbert retomó esta idea en el siglo XX, aunque limitada al conocimiento matemático, y con la lógica como lenguaje formal

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica? Origen de las computadora

Sistemas de demostración

Un tercer elemento de un sistema lógico son las

 Reglas de derivación. Son reglas que nos permiten derivar una fórmula a partir de otras. Ejemplo: modus ponens

$$\frac{p \Rightarrow q, \quad p}{a}$$

que nos permite concluir q a partir de $p \Rightarrow q$ y p.

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica? Origen de las computadoras



Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 7 / 29 Francisco Hernández Quiroz

Presentación

Qué es la lógica? Origen de las computadoras



¿Qué es la lógica? Origen de las computadoras

Problema de la decisión

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Hilbert formuló de manera más precisa la cuestión:

¿Podemos responder siempre la pregunta de si un enunciado es válido por medio de un procedimiento efectivo?

Francisco Hernández Quiroz

Logica Computacional

Drocontación

9/29

Francisco Hernández Quiroz

ogica Computacional

resentación

40 / 00

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica? Origen de las computadora

Procedimiento efectivo

- Por supuesto, antes hay que definir con rigor qué es un procedimiento efectivo
- La respuesta la dio Alan Turing (entre otros)
- Y como resultado "colateral" presentó el modelo más general de computadora que se conoce (hasta ahora)
- Este modelo inspiró a algunos de los creadores de las computadoras modernas

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Qué es la lógica? Origen de las computadoras



Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 11 / 29 Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 12 /

Hilbert, irrealizable.

Por cierto, el problema de la decisión es insoluble; y el sueño de Leibniz y

Francisco Hernández Quiroz

Francisco Hernández Quiroz

ógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

¿Cómo garantizar que un programa es correcto?

- Un programa es correcto si realiza la tarea para la que fue diseñado
- Para conseguir este objetivo se puede utilizar la lógica para
- especificar (describir formalmente) la tarea que debe realizar un programa
- verificar que el programa cumple con esta tarea

Nota: las pruebas por ensayo y error no son suficientes para concluir que un programa es correcto.

Lógica aplicada a otros lenguajes formales

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

- Los programas se describen por medio de sistemas formales conocidos como lenguajes de programación
- Se pueden aplicar las técnicas de la lógica para estudiar estos sistemas:
 - Descripción de la sintaxis y la semántica
 - Derivación de otros programas a partir de programas ya existentes
 - Especificación y verificación de programas

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

olicaciones a lenguajes Especificación y verificación Técnicas

Especificación de un programa

- La lógica puede describir sin ambigüedades las tareas que debe realizar un programa
- Ejemplo: queremos un programa P que calcule el factorial del número n alojado en la localidad de memoria x y guarde el resultado en la localidad r
- En términos lógicos: $\{x = 0 \land n \ge 0\}P\{r = !n\}$

Francisco Hernández Quiroz Francisco Hernández Quiroz

Verificación de un programa

- Es la comprobación matemática de que un programa funciona
- ¿Cómo se verifican los programas? Se comprueba la siguiente relación:

Significado del programa \iff Especificación formal

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computaciona

Presentación

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computacional

 Ejemplo 1: el control de la propulsión del Boeing 737. El sistema se apagaba cuando el avión alcanzaba la velocidad de 60 nudos.

Los programadores indicaron qué hacer a más de 60 nudos y a menos

de 60 nudos, pero olvidaron decir qué pasaba exactamente a 60 nudos.

• Ejemplo 2: el Skylab. Se desplomó por un error de asignación de valor

El valor era un número de punto flotante, pero la variable era entera. La acumulación de errores causó una desviación en la órbita del satélite.

resentación

ógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Aplicaciones a lenguaies Especificación y verificación Técnicas

Técnicas para la verificación

Hay dos tipos de técnicas de verificación:

- Verificación de modelos
- Técnicas de demostración

cógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Aplicaciones a lenguajes Especificación y verificación Técnicas

a una variable.

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

ones a lenguajes Especificación y verificación Técnic

¿Qué pasa cuando no se verifican los programas?

Verificación de modelos

- En verificación de modelos se exploran los posibles estados de un sistema y se demuestra que se cumple una propiedad
- Es una técnica común en la verificación de hardware y de sistemas concurrentes
- Con frecuencia se basa en lógicas no clásicas

Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 19 / 29 Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 20

Técnicas de demostración

- Se basan en reglas de derivación sintáctica
- Algunas son totalmente automatizables
- Un ejemplo es un sistema basado en la aritmética de Pressburger Ilamado Spec#
- Spec# permite verificar programas en C#

Programación lógica

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

- Bases de datos
- Sistemas expertos y representación del conocimiento

Otras tres áreas de aplicación directa de la lógica

Francisco Hernández Quiroz

Francisco Hernández Quiroz

Programación lógica

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Prog. lógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencias

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

rog. Iógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencia:

Bases de datos

Los programas son las premisas y la salida del programa es la conclusión. Si F(x, y) quiere decir "y es el factorial de x", entonces podemos tener este

programa lógico Premisas:

 \bullet F(0,1)

② F(1,1)

 $\Phi_{i}F(3,x)$?

Conclusión

F(3,6)

Si en una base de datos hay un registro de la siguiente forma:

Nombre: Francisco Hernández Quiroz

Profesión: Investigador Institución: UNAM

Una búsqueda en la base de datos con la pregunta "¿profesión = investigador?" es una demostración del enunciado

$$\exists x . p(x) = i$$

donde p(x) es una función que nos da la profesión de x e i significa "investigador".

Francisco Hernández Quiroz

Francisco Hernández Quiroz

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

rog. lógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencias

Sistemas expertos y representación del conocimiento

- La lógica es una de las técnicas básicas en inteligencia artificial
- Un sistema experto es un sistema de demostración lógico y con principios que describen el dominio específico del sistema (por ejemplo, un sistema de consulta médica)
- Los principios cumplen el papel de las premisas. La respuesta a la consulta es la conclusión

 Las técnicas surgidas de la interacción entre lógica y computación se aplican ahora a otras disciplinas

• Un ejemplo es la teoría de la concurrencia y su utilización en lógica

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computaciona

Presentación

25 / 29

Francisco Hernández Quiroz

ógica Computacional

resentación

.

ógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Prog. lógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencias

Modelos formales para concurrencia

- Los sistemas concurrentes implican la interacción simultánea entre distintos componentes
- Existen diversos lenguajes formales para representar esta interacción
- Algunos de los más populares son las álgebras de procesos
- Estas álgebras suelen estar acompañadas por lenguajes lógicos para su especificación y verificación

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Aplicaciones a otras ciencias

Prog. lógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencias

Aplicaciones en biología

- Las álgebras de procesos y sus lógicas se utilizan para modelar sistemas biológicos
- Ejemplo 1: las señales bioquímicas en una célula
- Ejemplo 2: la interacción entre genes
- Ejemplo 3: los componentes celulares delimitados por membranas

Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 27 / 29 Francisco Hernández Quiroz Lógica Computacional Presentación 28 /

Lógica y computación Lenguajes formales Otras aplicaciones

Prog. lógica Bases de datos Rep. del conocimiento Otras ciencia

Lógica y computación

- La lógica no es una materia más que hay que superar para obtener un título en computación
- La lógica tiene una relación larga y fructífera con las ciencias de la computación
- También empieza a producir resultados aplicables en otras ciencias

Francisco Hernández Quiroz

Lógica Computacional

Presentació

29 / 29

