Matemáticas Discretas

Carlos Andres Delgado Saavedra

carlos.andres.delgado@correounivalle.edu.co

Lógica preposicional

- * Formas normales
- * Consecuencia Lógica
- * Inferencia lógica

Formas normales

rmas normales

(pratty)

Una formula F se dice que esta en la forma normal conjuntiva (FNC) si y solo si

$$F = f_1 \wedge f_2 \wedge f_3 \wedge \cdots \wedge f_n$$

Una formula F se dice que esta en la forma normal disyuntiva (FND) si y solo si

$$F = f_1 \vee f_2 \vee f_3 \vee \cdots \vee f_n$$

Ejemplo 1

Transforme a forma normal disyuntiva (FND) $(P \lor \neg Q) \to R$

Aplicando las equivalencias:

$$1. \neg (P \lor \neg Q) \lor R$$

$$2. (\neg P \land \neg \neg Q) \lor R$$

$$3. (\neg P \land Q) \lor R \leftarrow \text{Disyunción de literales}$$

$$(P \lor \neg P) \land (R \lor Q) \neq \emptyset$$

Ejemplo 2

Transforme a forma normal conjuntiva (FNC) $(P \lor (Q \rightarrow R)) \rightarrow S$

Aplicando las equivalencias:

1.
$$\neg (P \lor (Q \to R)) \lor S$$

2. $\neg (P \lor (\neg Q \lor R)) \lor S$
3. $(\neg P \land \neg (\neg Q \lor R)) \lor S$
4. $(\neg P \land Q \land \neg R) \lor S \vdash (\lor Q)$

5. $(\neg P \lor S) \land (Q \lor S) \land (\neg R \lor S) \leftarrow Conjunción de literales$

Consecuencia lógica

Dadas las formulas $F_1, F_2, ..., F_n$ y la formula G la cual se dice que es consecuencia lógica de $F_1, F_2, ..., F_n$ si y sólo para cualquier interpretación de $F_1 \wedge F_2 \wedge \cdots \wedge F_n$ es verdadera y G también lo es. De esta manera $F_1, F_2, ..., F_n$ son llamados axiomas o postulados de G

Ejemplo

Suponga que el stock de precios baja si la prima de interés sube. Suponga también que la mayoría de la gente es infeliz cuando el stock de precios baja. Asuma que la prima de interés sube. Muestre que usted puede concluir que la mayoría de gente es infeliz.

- 1. P = La primera de interés sube
 - 2. S = El Stock de precios baja
- 3. U = La mayoría de gente es infeliz

Ejemplo

- 1. $P \rightarrow S$ Si la primera de interés sube, el stock de precios baja
- $2. S \rightarrow U$ Si el stock de precios baja, la mayoría de gente es infeliz
 - 3. P La prima de interés sube
 - 4. U La mayoría de gente es infeliz

Para hacer esta demostración, el argumento lógico es de la siguiente forma

$$(P \to S) \land (S \to U) \land P \to U$$

 $((P \rightarrow S) \land (S \rightarrow U) \land P) \rightarrow U$ $7((P \rightarrow S) \land (S \rightarrow U) \land P) \lor V$ 7((7pvS) 1(3vU) 1p) VU ((7pvS)V(3vV)VP)VV (PAS)V(SAD)VU ((pv7p) / (75v7p)) V (S/VU) V U 75 V 7 P V ((S, 7, U)) V () - 75 v 7 p v ((s v v)) n (u v u)) 75 v 7p v ((s v v)) n ((v v)))
(15) 7p (S) v v

Tv 7p v U = T

ヤハブミヤ ソンブミナ

Ejemplo

Para demostrar debemos llevar a la forma normal conjuntiva el Sistema (FNC)

$$(P \to S) \land (S \to U) \land P \to U$$

Para demostrar que esto es verdadero, debemos analizar

$$(P \to S) \land (S \to U) \land P$$

Ejemplo



1.
$$(P \rightarrow S) \land (S \rightarrow U) \land P$$

2.
$$(\neg P \lor S) \land (\neg S \lor U) \land P$$

3.
$$((\neg P \land P) \lor (S \land P)) \land (\neg S \lor U)$$

4.
$$(F \lor (S \land P)) \land (\neg S \lor U)$$

5.
$$(S \wedge P) \wedge (\neg S \vee U)$$

6.
$$(S \wedge P) \wedge (\neg S \vee U)$$

7.
$$(S \land P \land \neg S) \lor (S \land P \land U)$$

8.
$$F \lor (S \land P \land U)$$

9.
$$(S \wedge P \wedge U)$$

Esto quiere decir que P, S y U deben ser verdaderos. Y U que es la consecuencia U es verdadera.

Teoremas

Concepto de consecuencia lógica

Dadas las formulas $F_1, F_2, ..., F_n$ y la formula G es consecuencia lógica sii $F_1 \wedge F_2 \wedge \cdots \wedge F_n \mapsto G$ es VALIDA

Concepto de inconsistencia lógica

Dadas las formulas $F_1, F_2, ..., F_n$ y la formula G es consecuencia lógica sii $F_1 \wedge F_2 \wedge \cdots \wedge F_n \wedge \neg G$ es INCONSISTENTE O INSATISFACTIBLE (ES FALSA)

Ejemplo Demostrar $(P \rightarrow S) \land (S \rightarrow U) \land P \rightarrow U$

1.
$$(P \to S) \land (S \to U) \land P \to U$$

2.
$$\neg ((\neg P \lor S) \land (\neg S \lor U) \land P) \lor U$$

3.
$$\neg (((\neg P \land P) \lor (S \land P)) \land (\neg S \lor U)) \lor U$$

4.
$$\neg ((F \lor (S \land P)) \land (\neg S \lor U)) \lor U$$

5.
$$\neg (S \land P \land (\neg S \lor U)) \lor U$$

6.
$$\neg (P \land ((\neg S \land S) \lor (U \land S))) \lor U$$

7.
$$\neg (P \land (F \lor (U \land S))) \lor U$$

$$\mathcal{S}$$
. $\neg (P \land U \land S) \lor U$

9.
$$(\neg P \lor \neg U \lor \neg S) \lor U$$

10.
$$\neg U \lor U \lor \neg P \lor \neg S$$

$$11.V \vee \neg P \vee \neg S$$

12. V

Ejemplo Demostrar por INCONSISTENCIA que F2 es Consecuencia lógica de F1, donde



Tom no es buen estudiante o es listo y su padre lo ayude Si Tom es buen estudiante, entonces su padre lo ayuda

Se modela de la siguiente forma

- P: Tom es buen estudiante
- Q: Tom es listo
- · R: EL padre de Tom lo ayuda

$$F_{1} \wedge F_{2} = F$$

$$(P \vee Q) \wedge R$$

$$P \rightarrow R$$

Ejemplo Las formulas lógicas son:

 $F1: \neg P \lor (Q \land R)$

 $F2: P \rightarrow R$

Entonces

- 1. $F1 \land \neg F1 =: (\neg P \lor (Q \land R)) \land \neg (P \rightarrow R)$
- 2. $(\neg P \lor (Q \land R)) \land \neg (\neg P \lor R)$
- 3. $(\neg P \lor (Q \land R)) \land (P \land \neg R)$
- 4. $(\neg P \lor (Q \land R)) \land (P \land \neg R)$
- 5. $(\neg P \lor Q) \land (\neg P \lor R) \land (P \land \neg R)$
- 6. $(\neg P \lor Q) \land (\neg P \lor R) \land P \land \neg R$
- 7. $(\neg P \lor Q) \land ((\neg P \land P) \lor (P \land R)) \land \neg R$
- 8. $(\neg P \lor Q) \land (F \lor (P \land R)) \land \neg R$
- 9. $(\neg P \lor Q) \land P \land R \land \neg R$
- 10. $(\neg P \lor Q) \land P \land F$ Al ser falso, Podemos indicar que F2 es consecuencia lógica de F1

Ejercicio Si Superman fuera capaz y quisiera prevenir el mal, él lo prevendría. Si Superman fuera incapaz de prevenir el mal, sería impotente; sí el no quisiera prevenir el mal, sería malévolo. Supermán no previene el mal. Si supermán existe, no es impotente ni malévolo. Entonces, Superman no existe.

Ejercicio Determine si el siguiente argumento es válido: Si el Sr Suárez o la Sra Suárez ganan más de 300.000 al año, la familia Suarez puede pasar las vacaciones en Hawai. Puesto que yo sé que, o el Sr Suárez o su esposa, ganan más de 300.000, concluyo que la familia puede afrontar las vacaciones en Hawai.

$$\begin{array}{c} \bullet P : \in I \text{ er } Sv9 \text{ Sugres } + 30000 c & 2) P \longrightarrow 9 \\ \circ 9 : V9 cocrono & en pains \\ ((p - 9) NP) \longrightarrow 9 \\ \end{array}$$

((p-9) np) -> g 7((p-)4) Np) V 9 7(p - q) V 7 p V 9 7(7pv4) v7pv4 (p179) V(7p) V \$ ((prp) (7919)) q 79/70/9 TV7PET ()

 $(p\rightarrow q) \wedge p \wedge q$ (7pvg)1pn79 ((¬pn¬q)V(qn¬q)) np 7ph7q 1p F179

Ejercicio Considere el siguiente argumento: Dado que el congreso se rehusa a dictar nuevas leyes, la huelga no se hará a menos que dure mas de un año y el presidente se resigne a firmar. El congreso se rehusa a dictar las leyes y la huelga no durara mas de un año. Por lo tanto la huelga no se hará. Demuestre que el argumento es válido.

Ejercicio Él o no está informado o él no es honesto. Por lo tanto, No es verdadero que el esté informado y sea honesto.

Ejercicio Fue X o Y quién cometió el crimen. X estaba fuera del pueblo cuando el crimen fue cometido. Si X estaba fuera del pueblo, no pudo haber estado en la escena del crimen. Si X no estaba en la escena del crimen, no pudo haber cometido el crimen. Demuestre que X no cometió el crimen.

Reglas de inferencia

- A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto
 - Si es viernes entonces hay audición
 Hoy es viernes

Reglas de inferencia

- A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto
 - Si es viernes entonces hay audición
 Hoy es viernes
 Hay audición

Reglas de inferencia

- A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto
 - 1. Si es viernes entonces hay audición
 - 2. Hoy es viernes
 - 3. Hay audición, modus ponens(1,2)

Modus ponens

$$\begin{array}{c}
p \rightarrow q \\
\hline
p \\
\hline
\therefore q
\end{array}$$

$$(P \rightarrow 2 \wedge p) \rightarrow 4$$
 $(7(p \vee 4) \wedge p) \vee 4$
 $(7p \wedge 14 \wedge p) \vee 4$
 $(7p \wedge$

Reglas de inferencia

 A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto

- El carro es rojo o es negro
 El carro no es rojo

Reglas de inferencia

- A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto
 - El carro es rojo o es negro
 El carro no es rojo
 ∴ El carro es negro

Reglas de inferencia

- A partir de un conjunto de sentencias que son ciertas, permite conocer otras que se derivan de dicho conjunto

 - El carro es rojo o es negro
 El carro no es rojo
 El carro es negro, silogismo disyuntivo(1,2)

Silogismo disyuntivo

Regla de inferencia	Nombre
p∧q ∴p,	Simplificación
¬p .(q)	Silogismo disyuntivo
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Modus tollens
$\begin{array}{cccc} p \rightarrow q & & & \\ p & & & \\ \hline \vdots & & & \\ \end{array}$	Modus ponens
p→q <u>q→r</u> ∴p→r	Silogismo hipotético

79 Vr 79 Vr 70 Vr

Regla de inferencia	Nombre
p	Conjunción
- p∨q - p∨r - : q∨r	Resolución
p ·.pvq	Adición

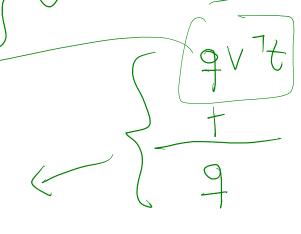
Aplicar las siguientes reglas:

- Simplificación sobre
 - 1. $\neg q \land \neg t$
- · Silogismo disyuntivo sobre

2. p

· Modus tollens sobre

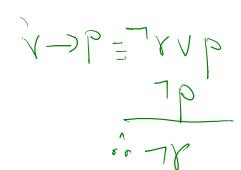
2. †



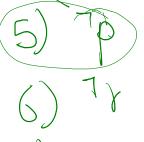
Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son

verdaderas:

- $1. \neg p \land q$
- 2. $r \rightarrow p$
- 3. ¬r→s
- **4**. s→t



• Demuestre que t es cierto



MT(2,5)



Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son verdaderas:

- **1**. ¬p∧q
- 2. r→p
- 3. ¬r→s
- **4**. s→t
- 5. ¬p, simplificación(1)
- 6. \neg r, modus tollens(2,5)
- **7**. s, modus ponens(3,6)
- **8**. t, modus ponens(4,7)

Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son

verdaderas:

1.
$$s \rightarrow q$$
2. $\neg p \rightarrow r$
3. $r \rightarrow s$

• Demuestre que $\neg p \rightarrow q$ es cierto

Regla de inferencia	Nombre
p _\ q	Simplificación
∴ p 9	
pvq	
	Silogismo disyuntivo
· · q	
$p \rightarrow q$ $7p \lor 9$	
<u>¬q</u> , ¬g	Modus tollens
∴ ¬p •••¬	
$p \rightarrow q \gamma_{P} \vee q$	
p	Modus ponens
∴q 6° 9	
p→q	
_q→r	Silogismo hipotético
∴p→r	

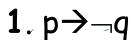
Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son verdaderas:

- 1. $s \rightarrow q$
- 2. ¬p→r
- 3. $r \rightarrow s$
- 4. ¬p→s, silogismo hipotético(2,3)
- 5. $\neg p \rightarrow q$, silogismo hipotético(4,1)



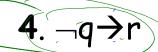
Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son

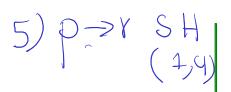
verdaderas:





3. ¬p→s





6)
$$7p M(2,5)$$

• Demuestre que s es cierto

$$MT(2,4)$$
 $MT(2,4)$
 $MT(3,6)$

1)
$$9 \times 79$$

2) 1×9
3) 9×5
4) 9×5
5) 9×5

Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son verdaderas:

- 1. $p \rightarrow \neg q$
- **2**. ¬r
- **3**. ¬p→s
- **4**. ¬**q**→**r**
- 5. q, modus tollens(2,4)
- **6**. $\neg p$, modus tollens(1,5)
- **7**. s, modus ponens(3,6)

Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son

verdaderas:

1. py-q	7 p	70 -> 9
	1	

*	2. ¬p∧r	

$$2. \neg p \land r$$

$$3. \neg q \rightarrow \neg s$$

$$4. s \lor t$$

• Demuestre que t es cierto

5) 70	Sim(2)
6) 79	s. D (1, 5)
7) 75	MP(3,6)
8)4	SD(4,7)

Regla de inferencia	Nombre
p^q	Simplificación
:.p9	
pvq	
	Silogismo disyuntivo
· (P)	
$p \rightarrow q$ $7p \lor 9$	
<u>q</u>	Modus tollens
∴ ¬p •••¬p	
p → q ¬pvq	
p	Modus ponens
∴ q	
p→q	
<u>q→r</u>	Silogismo hipotético
∴p→r	

Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son verdaderas:

- **1**. p∨¬q
- **2**. ¬p∧r
- 3. $\neg q \rightarrow \neg s$
- 4. svt
- 5. ¬p, simplificación(2)
- 6. $\neg q$, silogismo disyuntivo(1,5)
- 7. \neg s, modus ponens(3,6)
- 8. t, silogismo disyuntivo(4,7)

Suponga que se conoce que las siguientes sentencias son

verdaderas:

1. u∨w

2. p∧¬q

7+193. +→q

4. ¬w∨s

70 √ t **5**. u → t

• Demuestre que s es cierto

Regla de inferencia	Nombre
p \ q	Simplificación
∴ p 9	
pvq	
¬ p)	Silogismo disyuntivo
·(q)	
$p \rightarrow q$ $7p \lor 9$	
<u>_q</u>	Modus tollens
∴ ¬p • • ¬¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬ ¬	
$p \rightarrow q \rightarrow q$	
p	Modus ponens
∴q	
p→q	
q→r	Silogismo hipotético
∴p→r	

- **1**. u∨w
- **2**. p∧¬q
- 3. $t \rightarrow q$
- **4**. ¬w∨s
- 5. u→t
- 6. $\neg q$, simplificación(2)
- 7. \neg t, modus tollens(3,6)
- 8. $\neg u$, modus tollens(5,7)
- 9. w, silogismo disyuntivo(1,8)
- 10. s, silogismo disyuntivo(4,9)

Ejercicio Si Superman fuera capaz y quisiera prevenir el mal, él lo prevendría. Si Superman fuera incapaz de prevenir el mal, sería impotente; sí el no quisiera prevenir el mal, sería malévolo. Supermán no previene el mal. Si supermán existe, no es impotente ni malévolo. Entonces, Superman no existe.

Pruebe usando inferencia lógica

_ a: Superman es capaz de prevenir el mal

b: Superman quiere prevenir el mal

c: Superman previene el mal

d: Superman es impotente

e: Superman es malevolo

f: Superman existe

Demostrar -f



* S) \$ > 0 = 0 V d \rightarrow e = 6ve 7 (9 N 6) = - Q V, (5.0(2,6)s.D(3,7) 9 V D (Jup) Morgan (5 MT(8,9)

Regla de inferencia	Nombre
	Simplificación
	Silogismo disyuntivo
$\begin{array}{cccc} p \rightarrow q & & & & \\ & \uparrow & & & \\ & \hline q & & & \\ & \vdots & & & \\ \end{array}$	Modus tollens
$ \begin{array}{ccc} p \rightarrow q & & \\ \hline p & & \\ \hline \vdots & & \\ \end{array} $	Modus ponens
p→q q→r ∴p→r	Silogismo hipotético

1) anb > < = 7(9 Nb) VC = 7 a V7 b VC * S) \$ = 0 \ \ () 3) 7-50 = 6ve 4) E) JAO = 7 = V (JAO) = 7 F N (JVO) 6) 7 av 76 S.D(1,4) avb -, 7) dv.76 S, D(2,6) S.D(3,7)~ 8) dNP · bvc 5.1 (5,9)

Ejercicio Determine si el siguiente argumento es válido: Si el Sr Suárez o la Sra Suárez ganan más de 300.000 al año, la familia Suarez puede pasar las vacaciones en Hawai. Puesto que yo sé que, o el Sr Suárez o su esposa, ganan más de 300.000, concluyo que la familia puede afrontar las vacaciones en Hawai.

Pruebe usando inferencia lógica

Francia lógica Inferencia lógica

Ejercicio Considere el siguiente argumento: Dado que el congreso se rehúsa a dictar nuevas leyes, la huelga no se hará a menos que dure mas de un año y el presidente se resigne a firmar. El congreso se rehusa a dictar las leyes y la huelga no durara mas de un año. Por lo tanto la huelga no se hará. Demuestre que el argumento es válido.

Pruebe usando inferencia lógica

p: El congreso dicta nuevas leyes

q: La huelga se hará

r: La huega dura más de un año

s: El presidente se resigna a firma

1) P -> ((YAS)->7 = S.mp/(2)

EL SIGNIFICADO DE "A MENOS QUE"

"A menos que" es un conectivo condicional negativo que significa:

q, a menos que p podría expresarse como: Si no p, entonces q

p es condición suficiente para q p es condición necesaria para q

6) Y Simp (2) 7) -7r, v 715 Adicion (Hir operado con 8) 8) (YNS) Morgan (7) 9) -19 \$D(5,8)

Ejercicio Él o no está informado o él no es honesto. Por lo tanto, No es verdadero que el esté informado y sea honesto.

Pruebe usando inferencia lógica

Ejercicio Fue X o Y quién cometió el crimen. X estaba fuera del pueblo cuando el crimen fue cometido. Si X estaba fuera del pueblo, no pudo haber estado en la escena del crimen. Si X no estaba en la escena del crimen, no pudo haber cometido el crimen. Demuestre que X no cometió el crimen.

Pruebe usando inferencia lógica

Créditos

Algunas de las diapositivas fueron creadas por el profesor.

Oscar Bedoya

oscar.bedoya@correounivalle.edu.co