

Generación de Lenguaje Natural y Aplicaciones

Carlos Areces y Luciana Benotti

{carlos.areces,luciana.benotti}@gmail.com

INRIA Nancy Grand Est, Nancy, France
Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

ELiC 2010 - Buenos Aires - Argentina

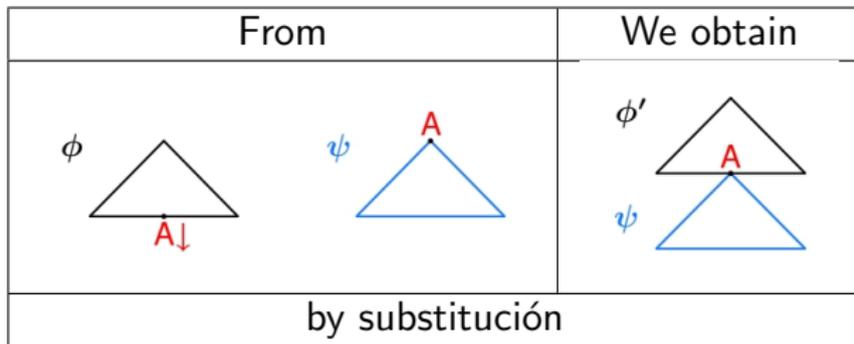
Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization
- ▶ Generación de Expresiones Referenciales

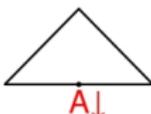
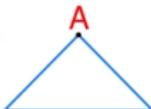
Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization | Inteface sintáxis / semántica
Algoritmo de Realización
- ▶ Generación de Expresiones Referenciales

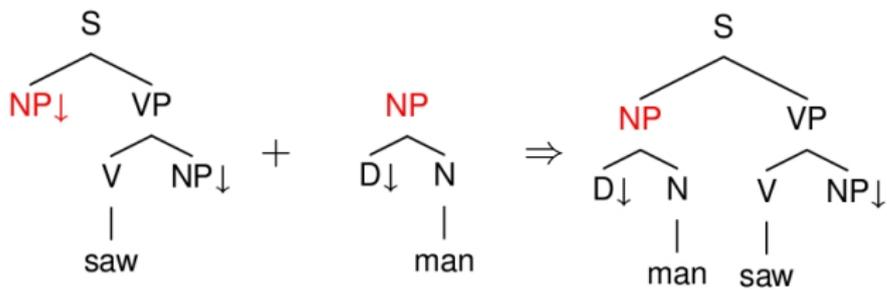
Substitución



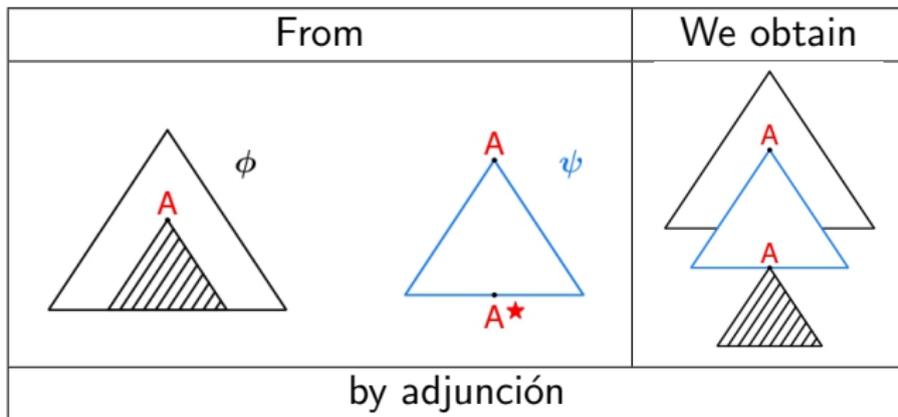
Substitución

From		We obtain	
ϕ 	ψ 	ϕ' 	ψ 
by substitución			

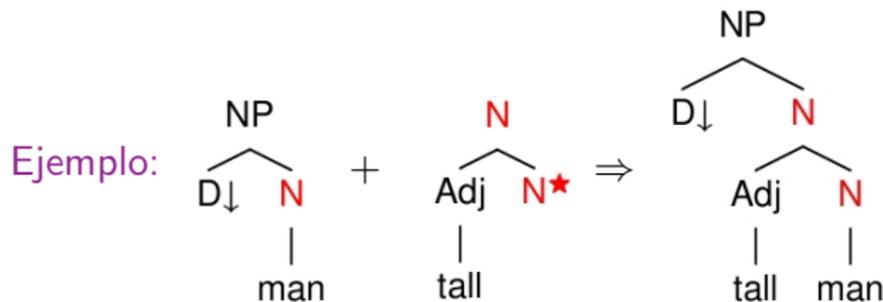
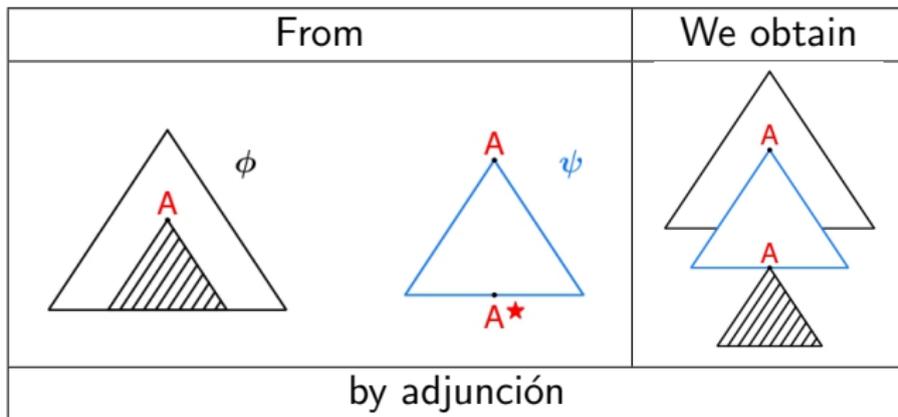
Ejemplo:



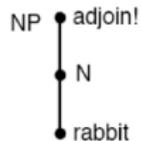
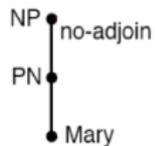
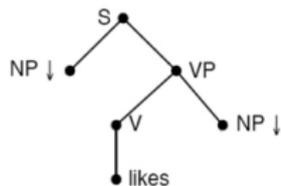
Adjunción



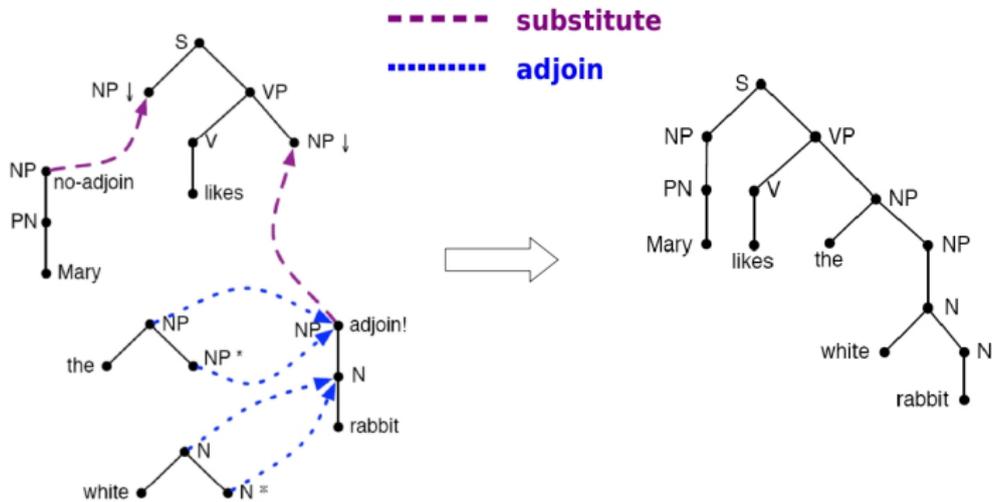
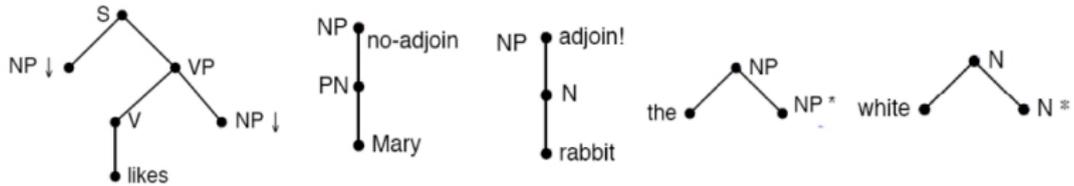
Adjunción



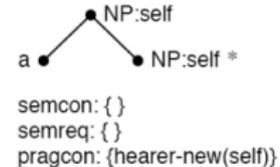
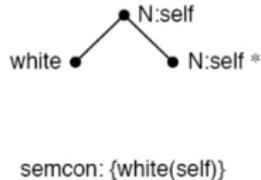
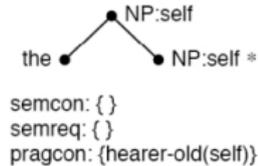
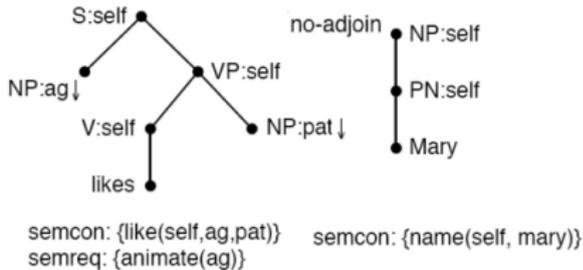
LTAG: TAG Léxica



LTAG: TAG Léxica



LTAG con Semántica y Pragmática



Interface Sintaxis / Semántica

- ▶ En una regla con información semántica como



semcon: {rabbit(self)}

self (y cualquier otro parámetro que aparezca) es una **variable** que será instanciada con cierto objeto del discurso.

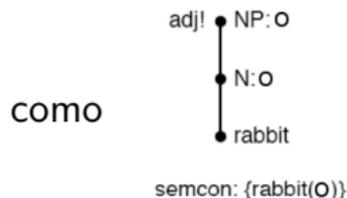
Interface Sintaxis / Semántica

- ▶ En una regla con información semántica como



self (y cualquier otro parámetro que aparezca) es una **variable** que será instanciada con cierto objeto del discurso.

- ▶ Luego de esa instanciación, con un objeto 'o' digamos, la regla quedará



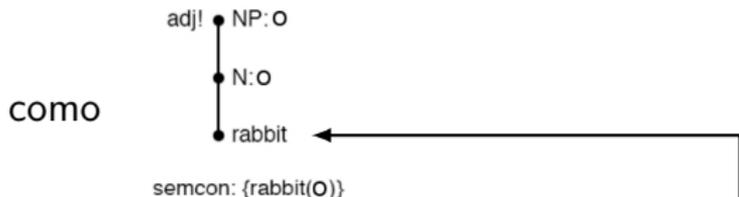
Interface Sintaxis / Semántica

- ▶ En una regla con información semántica como



self (y cualquier otro parámetro que aparezca) es una **variable** que será instanciada con cierto objeto del discurso.

- ▶ Luego de esa instanciación, con un objeto 'o' digamos, la regla quedará



- ▶ Podemos pensar que cuando la palabra 'rabbit' es usada,

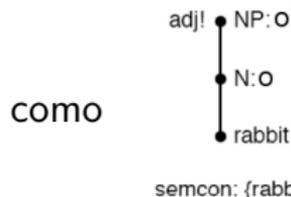
Interface Sintaxis / Semántica

- ▶ En una regla con información semántica como



self (y cualquier otro parámetro que aparezca) es una **variable** que será instanciada con cierto objeto del discurso.

- ▶ Luego de esa instanciación, con un objeto 'o' digamos, la regla quedará



- ▶ Podemos pensar que cuando la palabra 'rabbit' es usada, un referente *o* al objeto nombrado es introducido,

Interface Sintaxis / Semántica

- ▶ En una regla con información semántica como



self (y cualquier otro parámetro que aparezca) es una **variable** que será instanciada con cierto objeto del discurso.

- ▶ Luego de esa instanciación, con un objeto 'o' digamos, la regla quedará



semcon: {rabbit(o)} ←

- ▶ Podemos pensar que cuando la palabra 'rabbit' es usada, un referente **o** al objeto nombrado es introducido, junto con la asserción semántica del predicado **rabbit(o)**

Surface Realization

- ▶ Tenemos ahora todas las herramientas como para definir un algoritmo de **surface realization**.
- ▶ Recordemos que antes de llegar a esta etapa, habíamos llegado a una **especificación a nivel de frases** de cada sentencia que queríamos generar.
- ▶ Si el objetivo es usar LTAG para surface realization, deberíamos contar, en el momento de generar cada sentencia con
 - ▶ la **semántica** que queremos generar
 - ▶ enriquecida quizás con **información del dominio** (background knowledge)
 - ▶ información sobre **el contexto** generado y a generar (e.g., qué elementos ya han sido introducidos)

Surface Realization: The White Rabbit

- ▶ Supongamos que queremos generar una frase correspondiente a la semántica

$\{\text{rabbit}(r), \text{white}(r)\}$

sabiendo que r ya ha sido mencionada anteriormente

$\text{hearer-old}(r)$

- ▶ Busquemos en nuestra gramática, los árboles que podrían contribuir a la generación

Surface Realization: The White Rabbit

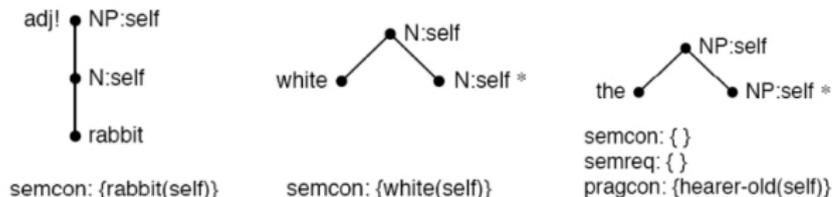
- ▶ Supongamos que queremos generar una frase correspondiente a la semántica

$\{\text{rabbit}(r), \text{white}(r)\}$

sabiendo que r ya ha sido mencionada anteriormente

$\text{hearer-old}(r)$

- ▶ Busquemos en nuestra gramática, los árboles que podrían contribuir a la generación



Surface Realization: The White Rabbit

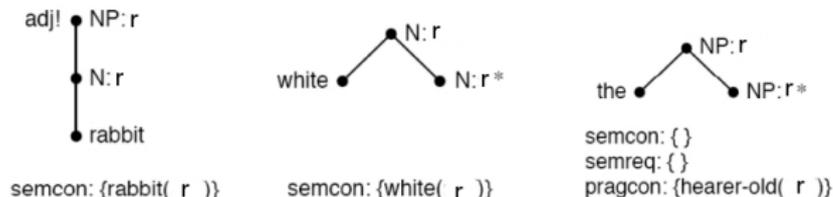
- ▶ Supongamos que queremos generar una frase correspondiente a la semántica

$\{\text{rabbit}(r), \text{white}(r)\}$

sabiendo que r ya ha sido mencionada anteriormente

$\text{hearer-old}(r)$

- ▶ Busquemos en nuestra gramática, los árboles que podrían contribuir a la generación



Surface Realization

Para comunicar: { like(e,m,r), name(m,mary), rabbit(r), white(r) }

Contexto de discurso: { hearer-old(r) }

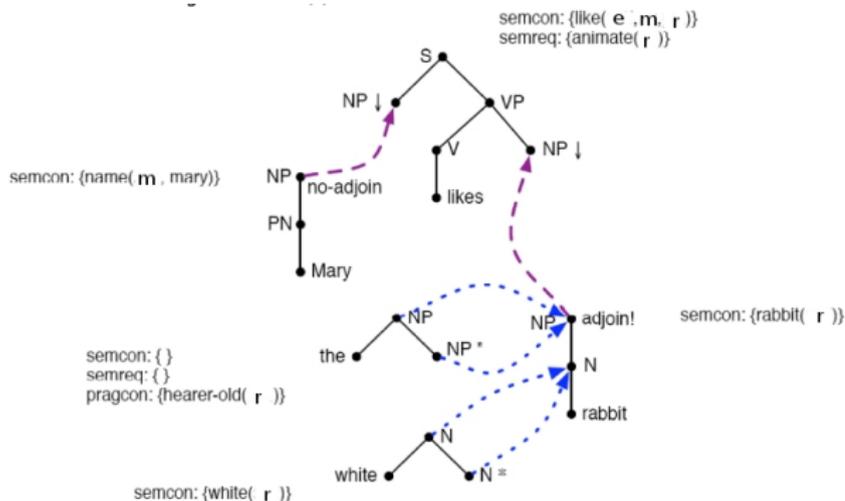
Conocimiento de dominio: { animate(r) }

Surface Realization

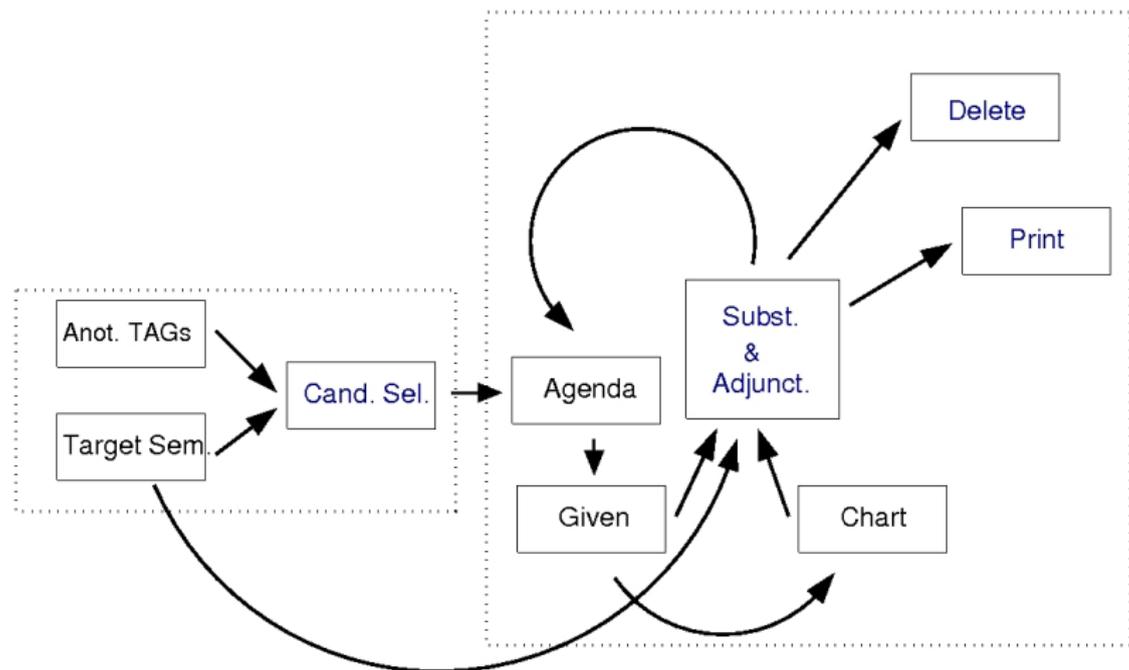
Para comunicar: { like(e,m,r), name(m,mary), rabbit(r), white(r) }

Contexto de discurso: { hearer-old(r) }

Conocimiento de dominio: { animate(r) }



El Algoritmo de Realización



Surface Realization

- ▶ El problema de realizacion para una TAG arbitraria es NP-complete
- ▶ Podemos tratar de definir una gramática con buenas propiedades para disminuir la complejidad
 - ▶ Si nos arboles auxiliares no tienen nodos de sustitución
 - ▶ Podemos aplicar primero todas las operaciones de sustitucion
 - ▶ Y sólo despues hacer adjunción para completar la semántica target
- ▶ Existen diferentes heurísticas para la eleccion de given

Temas de Investigación

- ▶ Si la gramática es grande pueden existir muchas formas de realizar una misma semántica. El algoritmo que vimos no incluye ninguna heurística para elegir 'la mejor' representación.
 - ▶ Podríamos generar todas las opciones y luego producir un ranking.
 - ▶ Sería más eficiente si podemos generar sólo la más alta en el ranking.
- ▶ Si la gramática es grande, producirla y mantenerla es extremadamente costoso.
 - ▶ Podemos generar una meta-gramática que genere la gramática
- ▶ Cuál es el mejor lenguaje para representar la semántica?
- ▶ Como afecta los 'agregados a TAG' a si poder expresivo?

Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization
- ▶ Generación de Expresiones Referenciales

Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization
- ▶ Generación de RE
 - Expresiones Referenciales
 - Escala de Familiaridad
 - Generación de Definite NPs
 - ER Relacionales

Generando Expresiones Referenciales

He claims record

The 22-year-old computer science undergraduate from Bath is claiming a world record for the longest distance ridden on a unicycle in 24 hours.

A unicycling student covered exactly 282 miles at Aberystwy University's athletics track.

Sam Wakeling was aiming to beat the existing record of 235.3 miles.

Generando Expresiones Referenciales

He claims record

The 22-year-old computer science undergraduate from Bath is claiming a world record for the longest distance ridden on a unicycle in 24 hours.

A unicycling student covered exactly 282 miles at Aberystwy University's athletics track.

Sam Wakeling was aiming to beat the existing record of 235.3 miles.

Generando Expresiones Referenciales

Unicycling student claims record

A student is claiming a world record for the longest distance ridden on a unicycle in 24 hours.

Sam Wakeling covered exactly 282 miles at Aberystwyth University's athletics track.

The 22-year-old computer science undergraduate from Bath was aiming to beat the existing record of 235.3 miles.

Terminología

- ▶ **Expresión Referencial:** Una expresión lingüística (típicamente un NP) que el speaker usa para identificar una entidad (en el discurso)
- ▶ **Referente:** La entidad a la que el speaker refiere mediante la expresión referencial
- ▶ **Referencia:** El proceso de identificar la entidad usando la expresión referencial

Referencia y Discurso

Una entidad dada puede ser referenciada de muchas maneras diferentes

1. Noam Chomsky has given a talk today.
2. One of the people working at MIT has given a talk today.
3. A person who is working at MIT has given a talk today.
4. A person has given a talk today.

Referencia y Discurso

Referencia y forma lingüística

La forma lingüística de una expresión referencial **refleja el estado actual del referente en el discurso** (más exactamente, las creencias del speaker sobre el modelo del discurso del hearer).

Referencia y Discurso

Referencia y forma lingüística

La forma lingüística de una expresión referencial **refleja el estado actual del referente en el discurso** (más exactamente, las creencias del speaker sobre el modelo del discurso del hearer).

Usualmente:

- ▶ referentes nuevos en el discurso se introducen mediante indefinite NPs: **a cat**
- ▶ referentes ya existentes en el discurso son referidos mediante definite NPs y pronombres: **the cat / it**

Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization
- ▶ Generación de RE
 - Expresiones Referenciales
 - Escala de Familiaridad
 - Generación de Definite NPs
 - ER Relacionales

Prince (1981, 1992): Forma Lingüística & Escala de Familiaridad

Escalas de Familiaridad:

- ▶ Desde el punto de vista del speaker/writer: Qué hipótesis sobre el hearer/reader influyen la elección de una expresión referencial?
- ▶ Desde el punto de vista del hearer/reader: Qué conclusión sacará de la elección hecha de una determinada expresión referencial?

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new		
hearer-old		

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new	brand-new	
hearer-old		

- ▶ **brand-new**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad desconocida: **a student**

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new	brand-new	—
hearer-old		

- ▶ **brand-new**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad desconocida: **a student**

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new	brand-new	—
hearer-old	unusual	

- ▶ **brand-new**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad desconocida: **a student**
- ▶ **unusual**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad conocida: **Queen Elisabeth**

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new	brand-new	—
hearer-old	unusued	evoked

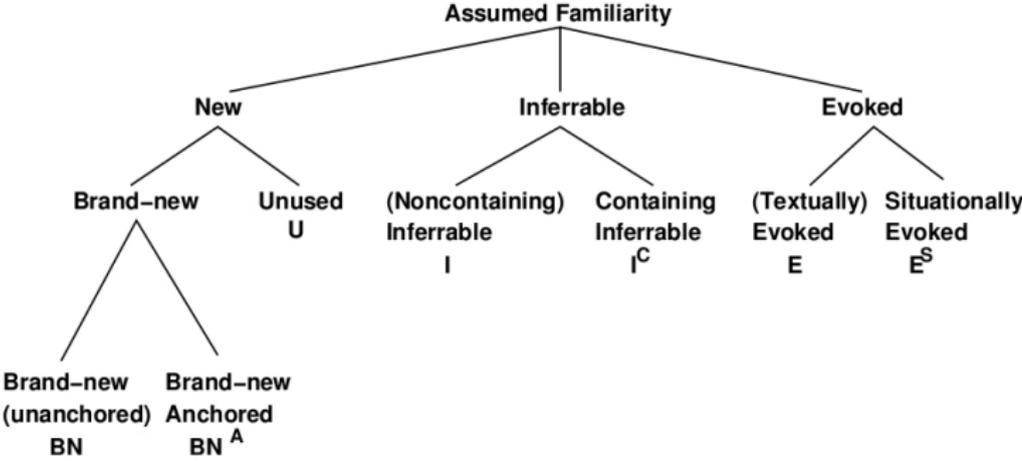
- ▶ **brand-new**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad desconocida: **a student**
- ▶ **unused**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad conocida: **Queen Elisabeth**
- ▶ **evoked**: una entidad relacionada con otra que
 - ▶ has sido referida antes (en el discurso)
The 22-year old computer science undergraduate from Bath
 - ▶ está presente: **you**

Dimensiones de Familiaridad (Prince 1981, 1992)

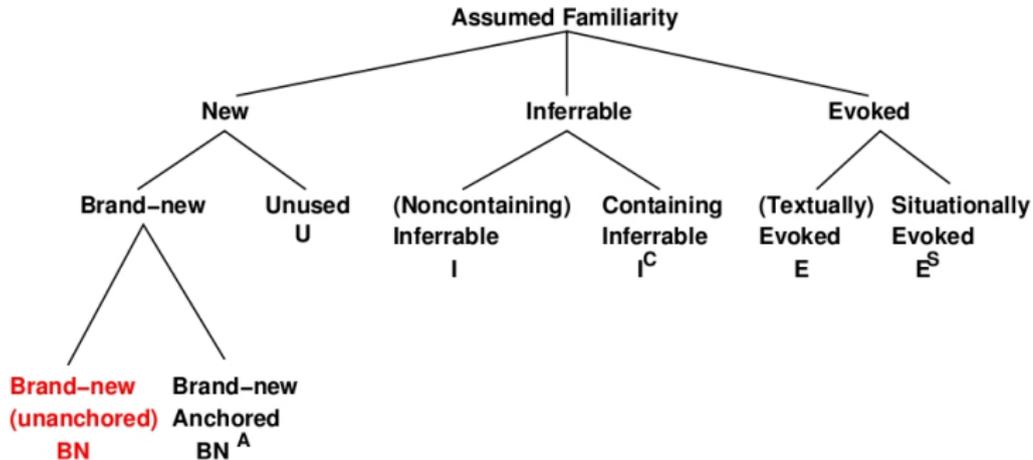
status of the referent (assumed by the speaker)	discourse-new	discourse-old
hearer-new	brand-new	—
hearer-old	unused	evoked

- ▶ **brand-new**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad desconocida: **a student**
- ▶ **unused**: introducción de un nuevo referente en el discurso representando una entidad conocida: **Queen Elisabeth**
- ▶ **evoked**: una entidad relacionada con otra que
 - ▶ has sido referida antes (en el discurso)
The 22-year old computer science undergraduate from Bath
 - ▶ está presente: **you**
- ▶ **inferred**: introducción de un nuevo referente en el discurso cuya relación a una entidad conocida es irreferible (es hearer-old pero no es ni discourse-new ni discourse-old)
Peter walked towards the house. **The door** was open.

Escala de Familiaridad de Prince

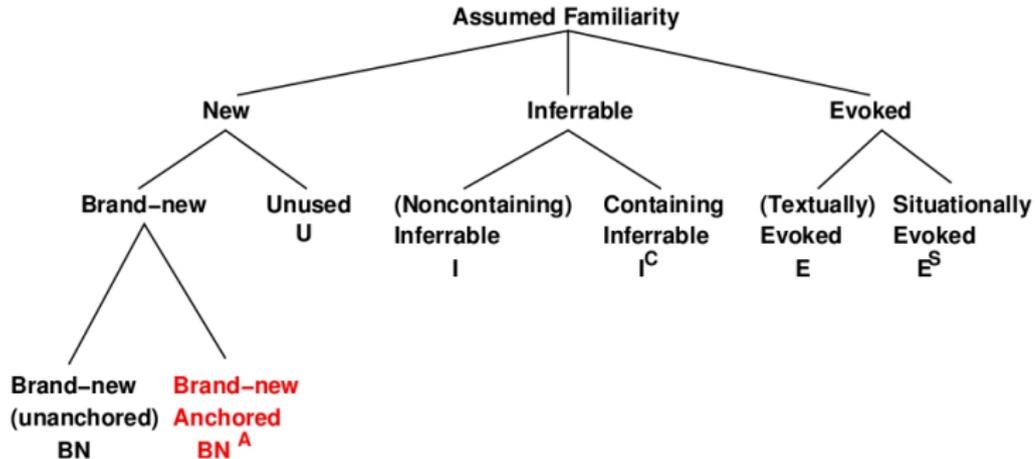


Escala de Familiaridad de Prince



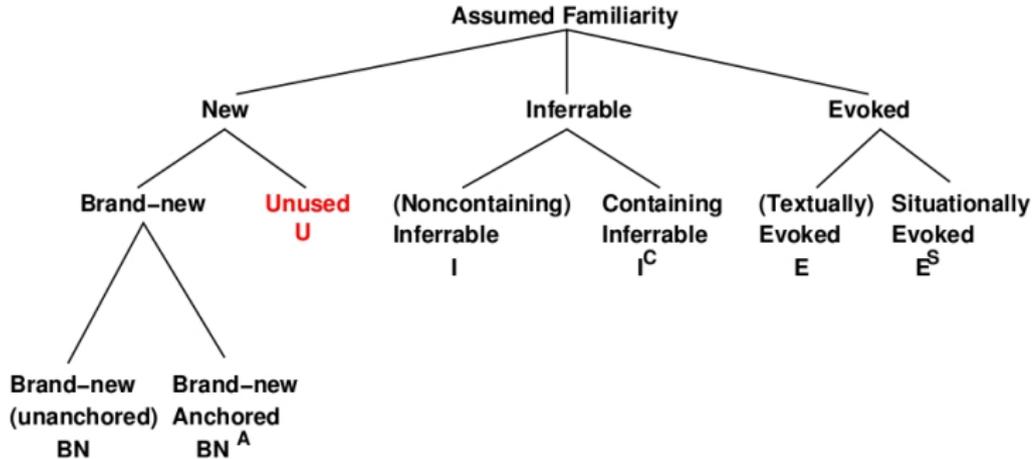
Yesterday I got on a bus.

Escala de Familiaridad de Prince



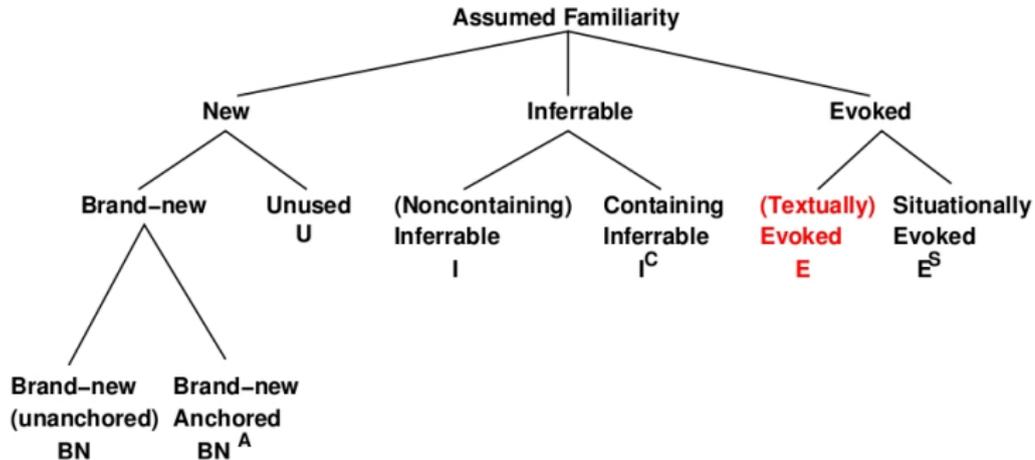
Somebody who works with Peter says he knows your sister.

Escala de Familiaridad de Prince



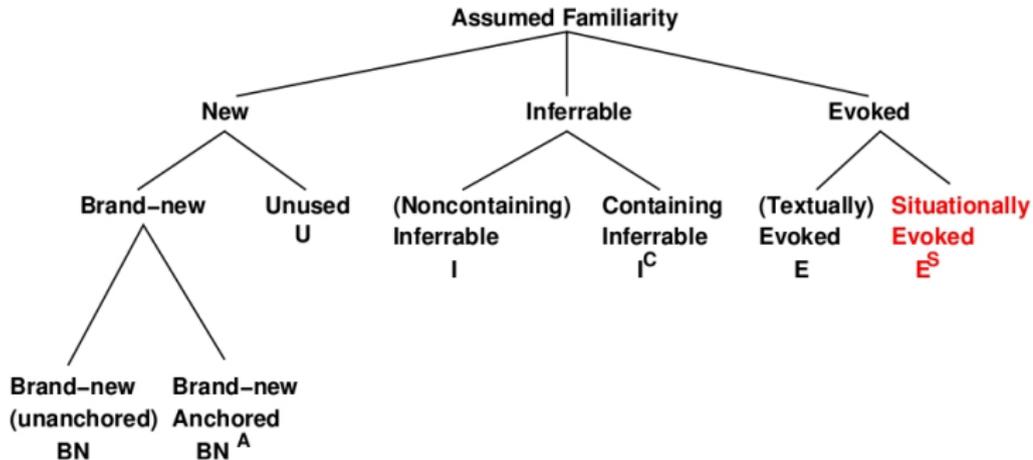
Noam Chomsky went to Penn.

Escala de Familiaridad de Prince



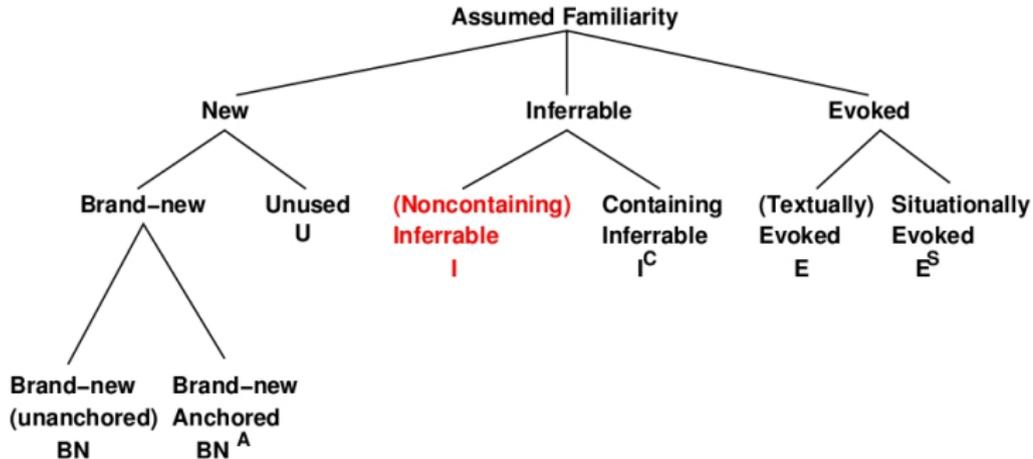
*Somebody who works with Peter says **he** knows your sister.*

Escala de Familiaridad de Prince



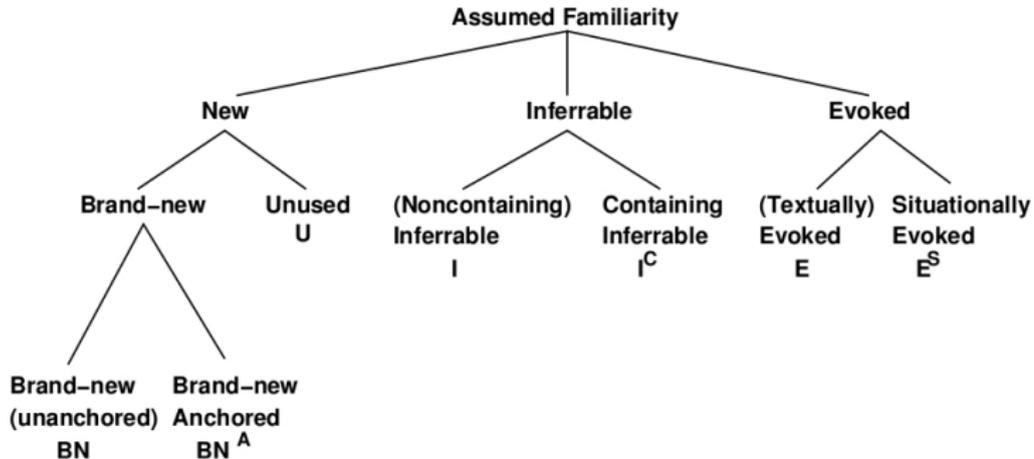
*Excuse me do **you** have the time?*

Escala de Familiaridad de Prince



Yesterday I got on a bus. *The driver* was drunk.

Escala de Familiaridad de Prince



$$\left\{ \begin{array}{l} E \\ E^S \end{array} \right\} > U > I > I^C > BN^A > BN$$

Escala de Familiaridad de Prince

$$\left\{ \begin{array}{l} E \\ E^S \end{array} \right\} > U > I > I^C > BN^A > BN$$

1. Noam Chomsky has given a talk today. (U)
2. One of the people working at MIT has given a talk today. (I^C)
3. A person who is working at MIT has given a talk today.
(BN^A)
4. A person has given a talk today. (BN)

Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization

- ▶ Generación de RE

Expresiones Referenciales

Escala de Familiaridad

Generación de Definite NPs

ER Relacionales

Generando Expresiones Referenciales: Ejemplo



Caso Concreto

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e3	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e4	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC



The silver coin is Greek. It was found on Chios and Ø dates from around 600 BC. The other coin is Roman. It is gold and Ø dates from around 50 BC. It was found in Pompeii. . .

Generación de definite NPs

Tomemos en cuenta las Máximas de Grice:

- ▶ **Quality**
Say the truth.
- ▶ **Quantity**
Be as informative as possible.
- ▶ **Relevance**
Be relevant.
- ▶ **Manner**
Be brief. Avoid ambiguity. Be orderly.

Generación de definite NPs

Tomemos en cuenta las Máximas de Grice:

- ▶ Quality
Say the truth.
- ▶ Quantity
Be as informative as possible.
- ▶ Relevance
Be relevant.
- ▶ Manner
Be brief. Avoid ambiguity. Be orderly.

Generación de definite NPs

Tomemos en cuenta las Máximas de Grice:

- ▶ Quality
Say the truth.
- ▶ Quantity
Be as informative as possible.
- ▶ Relevance
Be relevant.
- ▶ Manner
Be brief. Avoid ambiguity. Be orderly.

⇒ Elegir la RE **más corta** que **discrimita** a la entidad target de todas las demás entidades del modelo de discurso (los distractores).

Generación de Definite NPs

Estrategia: Las entidades del discurso están descritas en términos de distintos valores de sus atributos (attribute-value pairs, AVPs)
⇒ realizar el conjunto más pequeño de valores que identifica unívocamente a la entidad

Generación de Definite NPs

Estrategia: Las entidades del discurso están descritas en términos de distintos valores de sus atributos (attribute-value pairs, AVPs)
⇒ realizar el conjunto más pequeño de valores que identifica unívocamente a la entidad

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

Generación de Definite NPs

Estrategia: Las entidades del discurso están descritas en términos de distintos valores de sus atributos (attribute-value pairs, AVPs)
⇒ realizar el conjunto más pequeño de valores que identifica unívocamente a la entidad

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

Generación de Definite NPs

Estrategia: Las entidades del discurso están descritas en términos de distintos valores de sus atributos (attribute-value pairs, AVPs)
⇒ realizar el conjunto más pequeño de valores que identifica unívocamente a la entidad

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

Good:

- the gold coin (the golden one, the object made of gold)
- the coin found in Pompeii
- the coin dating from 50 BC

Generación de Definite NPs

Estrategia: Las entidades del discurso están descritas en términos de distintos valores de sus atributos (attribute-value pairs, AVPs)
⇒ realizar el conjunto más pequeño de valores que identifica unívocamente a la entidad

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

Good: | the gold coin (the golden one, the object made of gold)
| the coin found in Pompeii
| the coin dating from 50 BC

No Good: | the gold coin found in Pompeii (demasiado inform.)
| the Roman coin (no unívoca)

Generación de Definite NPs

Estrategia de Búsqueda: computar el poder discriminatorio de cada AVP y elegir el más alto hasta que la entidad target es unívoca.

Distractores: $U = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

Poder discriminatorio de un AVP del objeto target dado U :

$$F(\langle a, v \rangle, U) = \frac{n - k}{n}$$

donde k es el número de distractores para el que $\langle a, v \rangle$ es cierto.

Generación de Definite NPs: Ejemplo

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

$$F(\langle \text{material}, \text{gold} \rangle, U) = \frac{4 - 0}{4} = 1$$

Generación de Definite NPs: Ejemplo

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

$$F(\langle \text{material}, \text{gold} \rangle, U) = \frac{4 - 0}{4} = 1$$

$$F(\langle \text{origin}, \text{Roman} \rangle, U) = \frac{4 - 2}{4} = 0.5$$

Generación de Definite NPs: Ejemplo

ID	what	material	origin	where found	date
e1	coin	gold	Roman	Pompeii	50 BC
e2	coin	silver	Roman	Rome	30 AD
e3	coin	silver	Greek	Chios	600 BC
e4	helmet	silver	Roman	Rome	200 AD
e5	helmet	bronze	Etruscan	Pisa	400 BC

$$F(\langle material, gold \rangle, U) = \frac{4 - 0}{4} = 1$$

$$F(\langle origin, Roman \rangle, U) = \frac{4 - 2}{4} = 0.5$$

Como elegimos entre AVPs con el mismo índice? Usualmente asumimos que los atributos están ordenados a priori

material > origen > wherefound > ...

Lo que Vemos Hoy

- ▶ TAGs y Surface Realization

- ▶ Generación de RE

Expresiones Referenciales

Escala de Familiaridad

Generación de Definite NPs

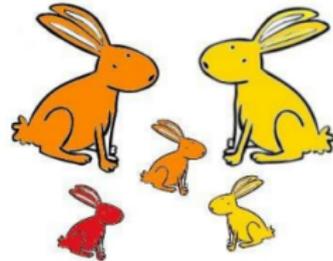
ER Relacionales

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Sabemos entonces como referirnos a elementos del dominio del discurso

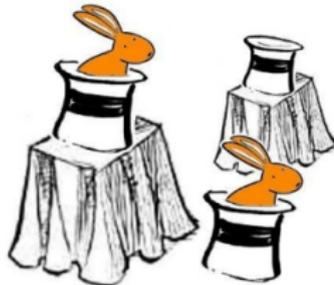
Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Sabemos entonces como referirnos a elementos del dominio del discurso
- ▶ Practiquemos:



Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Sabemos entonces como referirnos a elementos del dominio del discurso
- ▶ Practiquemos:
- ▶ Ahora probemos con este dominio:



Infinite Recursion

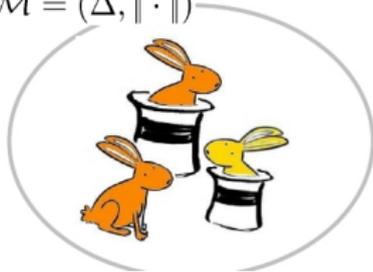
- ▶ Los algoritmos originalmente propuestos para computar expresiones referenciales intentaban **reusar** el algoritmo que vimos:
 - ▶ Mantenemos un **stack** the objetos a describir
 - ▶ Describimos el objeto en el **tope** del stack
 - ▶ Cuando utilizamos una una relación en la descripción ponemos el nuevo individuo en el stack.
 - ▶ Cuando completamos la descripción de un objeto lo sacamos del stack

Infinite Recursion

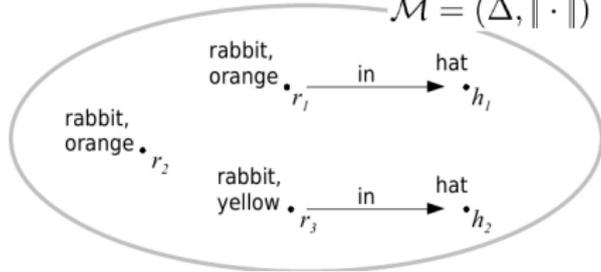
- ▶ Los algoritmos originalmente propuestos para computar expresiones referenciales intentaban **reusar** el algoritmo que vimos:
 - ▶ Mantenemos un **stack** the objetos a describir
 - ▶ Describimos el objeto en el **tope** del stack
 - ▶ Cuando utilizamos una una relación en la descripción ponemos el nuevo individuo en el stack.
 - ▶ Cuando completamos la descripción de un objeto lo sacamos del stack
- ▶ Este algoritmo corre el riesgo de caer en una regresión infinita
the rabbit in the hat with the rabbit in the hat with the rabbit ...

Modelos y Fórmulas

$\mathcal{M} = (\Delta, \|\cdot\|)$

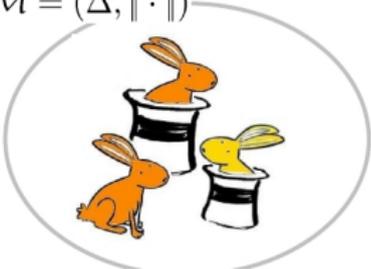


$\mathcal{M} = (\Delta, \|\cdot\|)$

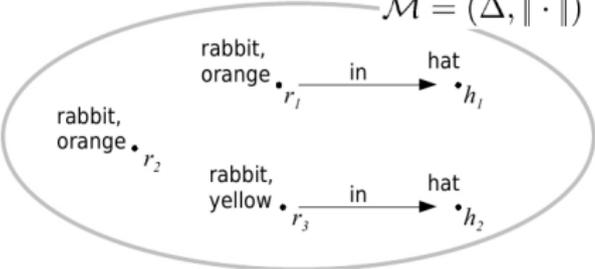


Modelos y Fórmulas

$$\mathcal{M} = (\Delta, \|\cdot\|)$$



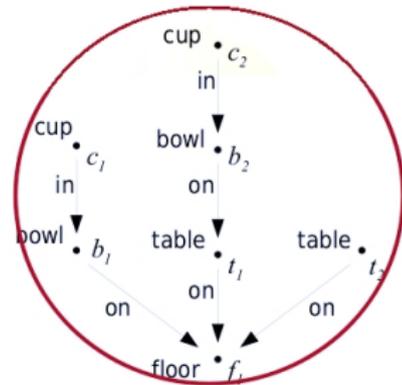
$$\mathcal{M} = (\Delta, \|\cdot\|)$$



DL formulas	interpretation	example	
\top	Δ	\top	$\{ r_1, r_2, r_3, h_1, h_2 \}$
p	$\ p\ \subseteq \Delta$	<i>rabbit</i>	$\{ r_1, r_2, r_3 \}$
$\neg\varphi$	$\Delta - \ \varphi\ $	\neg <i>rabbit</i>	$\{ h_1, h_2 \}$
$\varphi \sqcap \varphi'$	$\ \varphi\ \cap \ \varphi'\ $	<i>rabbit</i> \sqcap <i>orange</i>	$\{ r_1, r_2 \}$
$\exists R.\varphi$	$\{ i \mid \text{for some } i', i' \in \ \varphi\ \text{ and } (i, i') \in \ R\ \}$	\exists <i>in.hat</i>	$\{ r_1, r_3 \}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- Conenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos



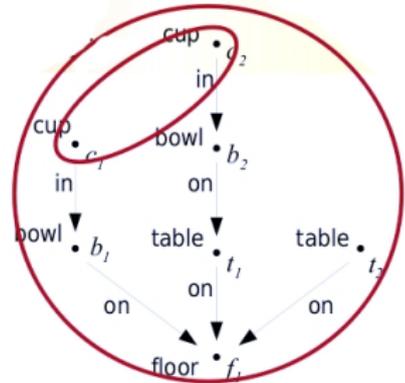
RE:

\top

$\{c_1, c_2, b_1, b_2, t_1, t_2, f_1\}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Conenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos



RE:

\top

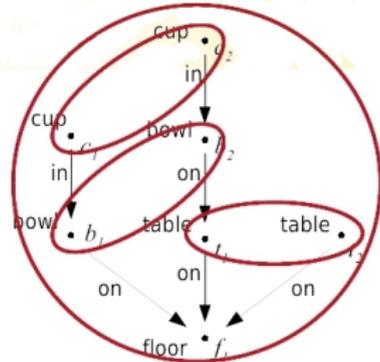
cup

$\{c_1, c_2, b_1, b_2, t_1, t_2, f_1\}$

$\{c_1, c_2\}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Comenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos



RE:

\top $\{ c_1, c_2, b_1, b_2, t_1, t_2, f_1 \}$

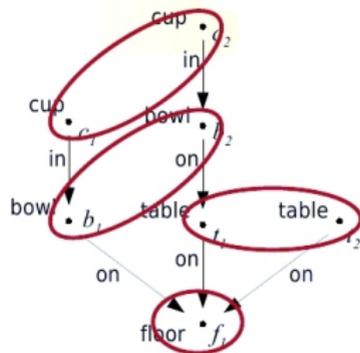
cup $\{ c_1, c_2 \}$

bowl $\{ b_1, b_2 \}$

table $\{ t_1, t_2 \}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Conenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos
- ▶ Cuando un conjunto de particiones cubre totalmente otra, podemos eliminarla



RE:

~~\top $\{c_1, c_2, b_1, b_2, t_1, t_2, f_1\}$~~

cup $\{c_1, c_2\}$

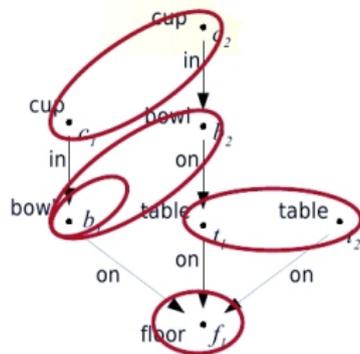
bowl $\{b_1, b_2\}$

table $\{t_1, t_2\}$

floor $\{f_1\}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Comenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos
- ▶ Cuando un conjunto de particiones cubre totalmente otra, podemos eliminarla
- ▶ Al terminar con las propiedades, hacemos regresión sobre las relaciones.



RE:

cup $\{c_1, c_2\}$

bowl $\{b_1, b_2\}$

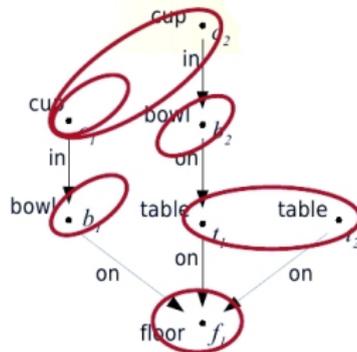
table $\{t_1, t_2\}$

floor $\{f_1\}$

$bowl \sqcap \exists on. floor$ $\{b_1\}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Comenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos
- ▶ Cuando un conjunto de particiones cubre totalmente otra, podemos eliminarla
- ▶ Al terminar con las propiedades, hacemos regresión sobre las relaciones

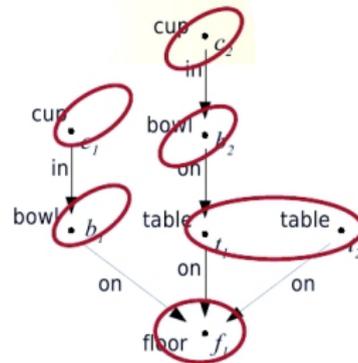


RE:

<i>cup</i>	$\{c_1, c_2\}$
<i>table</i>	$\{t_1, t_2\}$
<i>floor</i>	$\{f_1\}$
$bowl \sqcap \exists on.floor$	$\{b_1\}$
$bowl \sqcap \exists on.table$	$\{b_2\}$
$cup \sqcap \exists in.(bowl \sqcap \exists on.floor)$	$\{c_1\}$

Expresiones Referenciales Relacionales

- ▶ Comenzamos con un conjunto conteniendo todos los elementos
- ▶ Cada propiedad identifica un conjunto de elementos
- ▶ Cuando un conjunto de particiones cubre totalmente otra, podemos eliminarla
- ▶ Al terminar con las propiedades, hacemos regresión sobre las relaciones



RE:

~~cup~~ $\{c_1, c_2\}$
 $table$ $\{t_1, t_2\}$
 $floor$ $\{f_1\}$
 $bowl \sqcap \exists on.floor$ $\{b_1\}$
 $bowl \sqcap \exists on.table$ $\{b_2\}$
 $cup \sqcap \exists in.(bowl \sqcap \exists on.floor)$ $\{c_1\}$
 $cup \sqcap \exists in.(bowl \sqcap \exists on.table)$ $\{c_2\}$

Características del Algoritmo

- ▶ Todas las REs se computan en paralelo
- ▶ El algoritmo es muy eficiente
- ▶ Si el modelo cambia, pueden recomputarse solamente los cambios necesarios.
- ▶ Está basado en la noción de simulación entre elementos de un modelo

