Lógicas epistémicas basadas en habilidades

Doctorado en Ciencias de la Computación

Andrés R. Saravia

Grupo LIIS (Logics, Interaction and Intelligent Systems)
FaMAF, Universidad Nacional de Córdoba

3/VI/2024

Organigrama

1. Motivación
2. Propuesta original: “Saber cómo” basado en LTSs
3. Agregando incertidumbre: “Saber cómo” basado en LTS^Us
4. Explotando el framework: operadores dinámicos
5. Conclusiones

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Hace frío en la ciudad*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Los estudiantes asisten a la mañana*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el “saber que” (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *"el agente i sabe que φ se cumple"*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *"el agente i sabe que φ se cumple"*
  - *Juan sabe que el día está nublado*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el “saber que” (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *“el agente i sabe que φ se cumple”*
  - *Juan sabe que el día está nublado*
  - *El robot sabe que se encuentra en la cocina*

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *"el agente i sabe que φ se cumple"*
  - *Juan sabe que el día está nublado*
  - *El robot sabe que se encuentra en la cocina*
- Otros patrones de conocimiento

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *"el agente i sabe que φ se cumple"*
  - *Juan sabe que el día está nublado*
  - *El robot sabe que se encuentra en la cocina*
- Otros patrones de conocimiento
  - saber porqué, saber si, saber quién

Motivación

- Lógicas modales: modos de verdad sobre expresiones
  - Necesidad, posibilidad, obligaciones, etcétera
  - *Es posible que haga frío en la ciudad*
  - *Es obligatorio que los estudiantes asistan a la mañana*
- Lógicas epistémicas: lógicas modales que razonan sobre el conocimiento de los agentes
- Usualmente se describe el "saber que" (Hintikka, 1962)
- Conocimiento de los agentes sobre hechos proposicionales
  - $K_i\varphi$: *"el agente i sabe que φ se cumple"*
  - *Juan sabe que el día está nublado*
  - *El robot sabe que se encuentra en la cocina*
- Otros patrones de conocimiento
  - saber porqué, saber si, saber quién, saber cómo

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos
- Lógica de epistémica de saber cómo basada Sistemas de Transiciones Etiquetadas (LTSs) (Wang, 2015)

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos
- Lógica de epistémica de saber cómo basada Sistemas de Transiciones Etiquetadas (LTSs) (Wang, 2015)
  - Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos
- Lógica de epistémica de saber cómo basada Sistemas de Transiciones Etiquetadas (LTSs) (Wang, 2015)
  - Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*
- Generalizamos este framework

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos
- Lógica de epistémica de saber cómo basada Sistemas de Transiciones Etiquetadas (LTSs) (Wang, 2015)
  - Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*
- Generalizamos este framework
  - Incorporando una componente de incertidumbre entre planes

Saber cómo

- Conocimiento del agente sobre sus propias *habilidades* para alcanzar objetivos
- Lógica de epistémica de saber cómo basada Sistemas de Transiciones Etiquetadas (LTSs) (Wang, 2015)
  - Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*
- Generalizamos este framework
  - Incorporando una componente de incertidumbre entre planes
  - Considerando múltiples agentes menos idealizados

Un ejemplo para motivar: Plan de evacuación

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

EN CASO DE INCENDIO

MANTENER LA CALMA

ACTIVAR LA ALARMA

DESDE UN LUGAR SEGURO

LLAMAR AL 100 (BOMBEROS)

Evacuación: usar únicamente las escaleras o las rampas, evitar ascensores.

Si no es seguro evacuar: cerrar puertas, cubrir aberturas y estar cerca de ventanas.

Un ejemplo para motivar: Plan de evacuación

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

EN CASO DE INCENDIO

MANTENER LA CALMA

ACTIVAR LA ALARMA

DESDE UN LUGAR SEGURO

LLAMAR AL 100 (BOMBEROS)

Evacuación: usar únicamente las escaleras o las rampas, evitar ascensores.

Si no es seguro evacuar: cerrar puertas, cubrir aberturas y estar cerca de ventanas.

Un ejemplo para motivar: Plan de evacuación

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

EN CASO DE INCENDIO

MANTENER LA CALMA

ACTIVAR LA ALARMA

DESDE UN LUGAR SEGURO

LLAMAR AL 100 (BOMBEROS)

Evacuación: usar únicamente las escaleras o las rampas, evitar ascensores.

Si no es seguro evacuar: cerrar puertas, cubrir aberturas y estar cerca de ventanas.

Un ejemplo para motivar: Plan de evacuación

PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA

EN CASO DE INCENDIO

MANTENER LA CALMA

ACTIVAR LA ALARMA

DESDE UN LUGAR SEGURO

LLAMAR AL 100 (BOMBEROS)

Evacuación: usar únicamente las escaleras o las rampas, evitar ascensores.

Si no es seguro evacuar: cerrar puertas, cubrir aberturas y estar cerca de ventanas.

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras (e)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras (`e`)
- usar las rampas (`r`)
- usar el ascensor (`a`)
- llamar a 100 (`l`)

Planes recomendados: `el`, `rl`

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan no recomendado: $\mathtt{al}$

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan <u>no</u> recomendado: $\mathtt{al}$
Estados (S)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan no recomendado: $\mathtt{al}$
Estados (S)

- w_1: se está en el incendio (f) y se puede seguir el protocolo (c)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan <u>no</u> recomendado: $\mathtt{al}$
Estados ($\mathbb{S}$)

- w_1: se está en el incendio (f) y se puede seguir el protocolo (c)
- w_2: se está en un lugar seguro (s)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan no recomendado: $\mathtt{al}$
Estados ($\mathbb{S}$)

- w_1: se está en el incendio (f) y se puede seguir el protocolo (c)
- w_2: se está en un lugar seguro (s)
- w_3: se está en el incendio (f), pero no se puede seguir el protocolo ($\neg c$)

Un ejemplo para motivar: Simplificando

Acciones básicas (Act)

- usar las escaleras ($\mathtt{e}$)
- usar las rampas ($\mathtt{r}$)
- usar el ascensor ($\mathtt{a}$)
- llamar a 100 ($\mathtt{l}$)

Planes recomendados: $\mathtt{el}$, $\mathtt{rl}$
Plan no recomendado: $\mathtt{al}$
Estados (S)

- w_1: se está en el incendio (f) y se puede seguir el protocolo (c)
- w_2: se está en un lugar seguro (s)
- w_3: se está en el incendio (f), pero no se puede seguir el protocolo ($\neg c$)

$\mathrm{Act} = \{\mathtt{e}, \mathtt{r}, \mathtt{a}, \mathtt{l}\}$, $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$ y $\mathrm{Prop} = \{f, c, s\}$

Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act^* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act^* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S

Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act^* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathrm{Prop})$ es una función de valuación

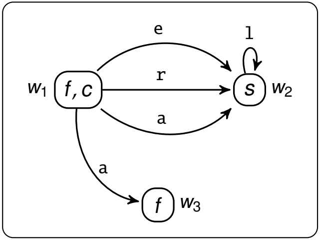
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathrm{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathrm{Prop})$ es una función de valuación



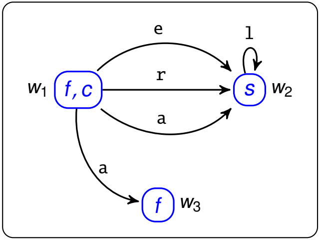
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act^* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathrm{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathrm{Prop})$ es una función de valuación



- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$

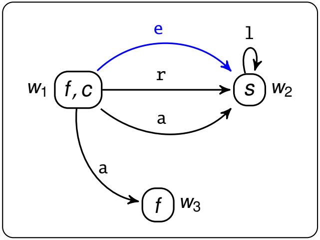
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act^* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathrm{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathrm{Prop})$ es una función de valuación



- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$
- $\mathrm{R}_e = \{(w_1, w_2)\}$

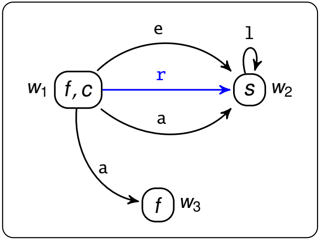
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathsf{Prop})$ es una función de valuación



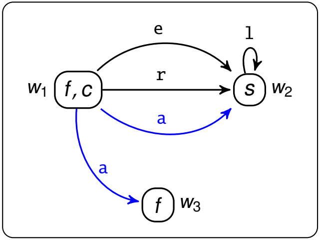
- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{e}} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{r}} = \{(w_1, w_2)\}$

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathsf{Prop})$ es una función de valuación



- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{e}} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{r}} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{a}} = \{(w_1, w_2), (w_1, w_3)\}$

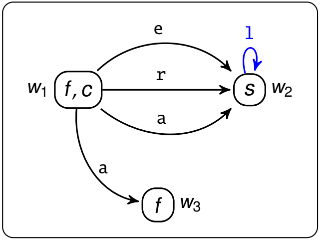
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathrm{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathrm{Prop})$ es una función de valuación



- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{e}} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{r}} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{a}} = \{(w_1, w_2), (w_1, w_3)\}$
- $\mathrm{R}_{\mathtt{l}} = \{(w_2, w_2)\}$

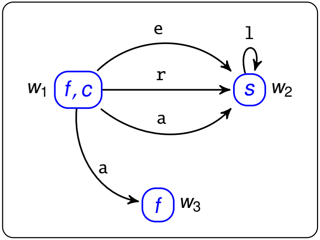
Sistemas de transiciones etiquetadas (LTSs)

Definición (LTS)

Dados Prop un conjunto de proposiciones y Act un conjunto de acciones básicas. Sea Act* el conjunto de planes.

$\mathcal{L} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$

- S es un conjunto no vacío de estados
- R_a es una relación binaria sobre S
- $\mathrm{V} : \mathrm{S} \to \mathcal{P}(\mathsf{Prop})$ es una función de valuación



- $\mathrm{S} = \{w_1, w_2, w_3\}$
- $\mathrm{R}_\mathtt{e} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_\mathtt{r} = \{(w_1, w_2)\}$
- $\mathrm{R}_\mathtt{a} = \{(w_1, w_2), (w_1, w_3)\}$
- $\mathrm{R}_\mathtt{l} = \{(w_2, w_2)\}$
- $\mathrm{V}(w_1) = \{f, c\}, \mathrm{V}(w_2) = \{s\}, \mathrm{V}(w_3) = \{f\}$

Ejecutabilidad fuerte

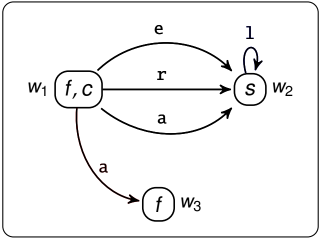
Planes a prueba de fallas:

Ejecutabilidad fuerte

Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.

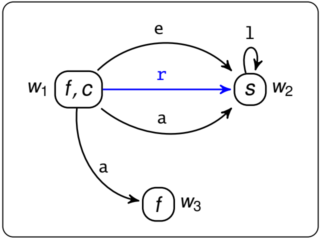
Ejecutabilidad fuerte

Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



Ejecutabilidad fuerte

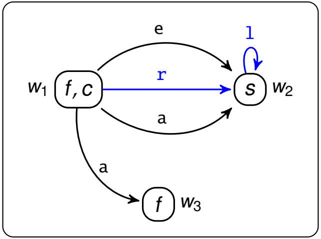
Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



$\mathtt{r}$ es fuertemente ejecutable en w_1

Ejecutabilidad fuerte

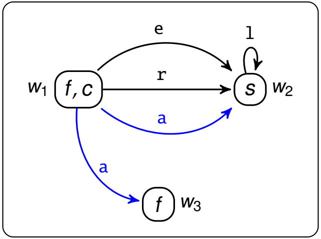
Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



r es fuertemente ejecutable en w_1
rl es fuertemente ejecutable en w_1

Ejecutabilidad fuerte

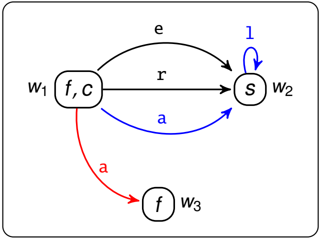
Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



$\mathtt{r}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{rl}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{a}$ es fuertemente ejecutable en w_1

Ejecutabilidad fuerte

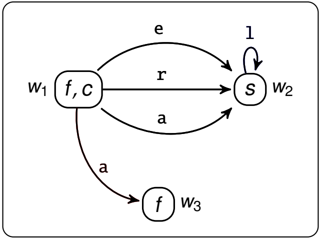
Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



$\mathtt{r}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{rl}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{a}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{al}$ no es fuertemente ejecutable en w_1

Ejecutabilidad fuerte

Planes a prueba de fallas: Cada ejecución parcial debe completarse.



$\mathtt{r}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{rl}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{a}$ es fuertemente ejecutable en w_1
$\mathtt{al}$ no es fuertemente ejecutable en w_1

Definición (Ejecutabilidad fuerte de un plan)

$\sigma = b_1 \dots b_n \in \mathrm{Act}^*$ es *fuertemente ejecutable* (FE) en $u \in \mathrm{S}$ sii, para cada $k = 1, \dots, n-1$,

$$v \in \mathrm{R}_{b_1 \dots b_k}(u) \quad \text{implica} \quad \mathrm{R}_{b_{k+1}}(v) \neq \emptyset.$$

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models p \qquad$ sii $\quad p \in \mathrm{V}(w)$

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models p$	sii	$p \in \mathrm{V}(w)$
$\mathcal{L}, w \models \neg\varphi$	sii	$\mathcal{L}, w \not\models \varphi$

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models p$	sii	$p \in \mathrm{V}(w)$
$\mathcal{L}, w \models \neg\varphi$	sii	$\mathcal{L}, w \not\models \varphi$
$\mathcal{L}, w \models \varphi \vee \psi$	sii	$\mathcal{L}, w \models \varphi$ o $\mathcal{L}, w \models \psi$

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathrm{Kh}(\psi, \varphi)$: *“cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ”*.

$\mathcal{L}, w \models p$	sii	$p \in \mathrm{V}(w)$
$\mathcal{L}, w \models \neg\varphi$	sii	$\mathcal{L}, w \not\models \varphi$
$\mathcal{L}, w \models \varphi \vee \psi$	sii	$\mathcal{L}, w \models \varphi$ o $\mathcal{L}, w \models \psi$
$\mathcal{L}, w \models \mathrm{Kh}(\psi, \varphi)$		

Sintaxis y semántica de L_{Kh} sobre LTSs

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models p$	sii	$p \in \mathrm{V}(w)$
$\mathcal{L}, w \models \neg\varphi$	sii	$\mathcal{L}, w \not\models \varphi$
$\mathcal{L}, w \models \varphi \vee \psi$	sii	$\mathcal{L}, w \models \varphi$ o $\mathcal{L}, w \models \psi$
$\mathcal{L}, w \models \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$	sii existe un plan σ ($\sigma \in \mathsf{Act}^*$) tal que	

Sintaxis y semántica de L_{Kh} sobre LTSs

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$$
\begin{array}{lll}
\mathcal{L}, w \models p & \text{sii} & p \in \mathrm{V}(w) \\
\mathcal{L}, w \models \neg\varphi & \text{sii} & \mathcal{L}, w \not\models \varphi \\
\mathcal{L}, w \models \varphi \vee \psi & \text{sii} & \mathcal{L}, w \models \varphi \text{ o } \mathcal{L}, w \models \psi \\
\mathcal{L}, w \models \mathsf{Kh}(\psi, \varphi) & \multicolumn{2}{l}{\text{sii existe un plan } \sigma \ (\sigma \in \mathsf{Act}^*) \text{ tal que}}
\end{array}
$$

1. es FE en todos los estados ψ

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}(\varphi,\varphi)$$

$\mathsf{Kh}(\psi,\varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models p$	sii	$p \in \mathrm{V}(w)$
$\mathcal{L}, w \models \neg\varphi$	sii	$\mathcal{L}, w \not\models \varphi$
$\mathcal{L}, w \models \varphi \vee \psi$	sii	$\mathcal{L}, w \models \varphi$ o $\mathcal{L}, w \models \psi$
$\mathcal{L}, w \models \mathsf{Kh}(\psi,\varphi)$	sii	existe un plan σ ($\sigma \in \mathsf{Act}^*$) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.

Kh sobre LTSs

Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$ sii existe un plan σ ($\sigma \in \mathsf{Act}^*$) tal que

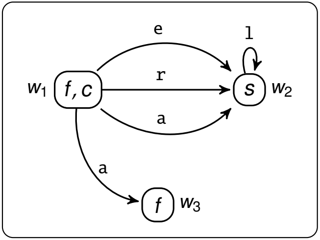
1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.

Kh sobre LTSs

Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models$ Kh(ψ, φ) sii existe un plan σ ($\sigma \in$ Act*) tal que

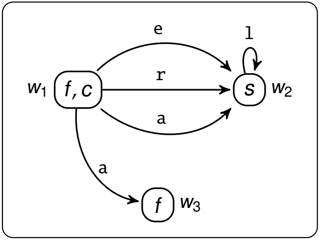
1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.



Kh sobre LTSs

Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.
$\mathcal{L}, w \models$ Kh(ψ, φ) sii existe un plan σ ($\sigma \in$ Act*) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.



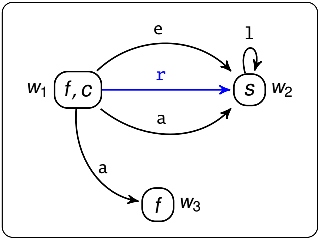
$\models$ Kh$(f \wedge c, s)$

Kh sobre LTSs

$\mathrm{Kh}(\psi,\varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{L}, w \models \mathrm{Kh}(\psi,\varphi)$ sii existe un plan σ ($\sigma \in \mathrm{Act}^*$) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.



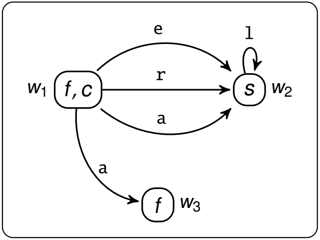
$\models \mathrm{Kh}(f \wedge c, s)$

el plan $\mathtt{r}$ toma al agente desde cada estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s

Kh sobre LTSs

Kh(ψ, φ): *“cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ”*.
$\mathcal{L}, w \models \text{Kh}(\psi, \varphi)$ sii existe un plan σ ($\sigma \in \text{Act}^*$) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.

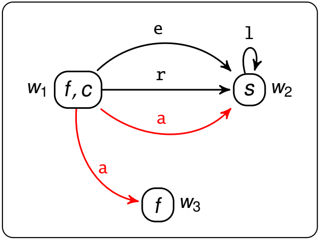


$\models \text{Kh}(f \land c, s)$
el plan $\mathtt{r}$ toma al agente desde cada estado $(f \land c)$ y alcanza sólo estados s

$\not\models \text{Kh}(f \land c, f \land \neg c)$

$\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.
$\mathcal{L}, w \models \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$ sii existe un plan σ ($\sigma \in \mathsf{Act}^*$) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.



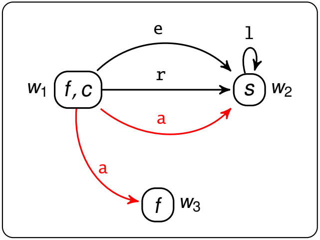
$\models \mathsf{Kh}(f \wedge c, s)$
el plan $\mathtt{r}$ toma al agente desde cada estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s

$\not\models \mathsf{Kh}(f \wedge c, f \wedge \neg c)$
el plan $\mathtt{a}$ es el único FE en estados $(f \wedge c)$ que alcanza al menos un estado $(f \wedge \neg c)$

Kh sobre LTSs

Kh(ψ, φ): *"cuando ψ se cumple, el agente sabe cómo cumplir φ"*.
$\mathcal{L}, w \models$ Kh(ψ, φ) sii existe un plan σ ($\sigma \in$ Act*) tal que

1. es FE en todos los estados ψ
2. y vía σ, siempre terminan en estados φ.



$\models$ Kh$(f \wedge c, s)$
el plan r toma al agente desde cada estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s

$\not\models$ Kh$(f \wedge c, f \wedge \neg c)$
el plan a es el único FE en estados $(f \wedge c)$ que alcanza al menos un estado $(f \wedge \neg c)$, pero no alcanza sólo a estos

Modalidad universal A

Aφ: *“en todos los estados se cumple* φ*”*.

Modalidad universal A

$\mathrm{A}\varphi$: *"en todos los estados se cumple* φ*"*.

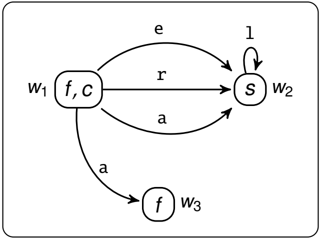
$\mathcal{L}, w \models \mathrm{A}\varphi$ sii para todo $w \in \mathrm{S}$, $\mathcal{L}, w \models \varphi$

Modalidad universal A

Aφ: *"en todos los estados se cumple φ"*.
$\mathcal{L}, w \models \mathrm{A}\varphi$ sii para todo $w \in S$, $\mathcal{L}, w \models \varphi$ ($\mathrm{A}\varphi := \mathrm{Kh}(\neg\varphi, \bot)$)

Modalidad universal A

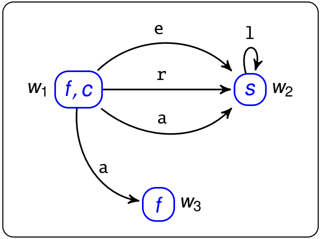
$\mathrm{A}\varphi$: *"en todos los estados se cumple φ".*
$\mathcal{L}, w \models \mathrm{A}\varphi$ sii para todo $w \in \mathrm{S}$, $\mathcal{L}, w \models \varphi$ ($\mathrm{A}\varphi := \mathrm{Kh}(\neg\varphi, \bot)$)



Modalidad universal A

$\mathrm{A}\varphi$: *"en todos los estados se cumple φ"*.

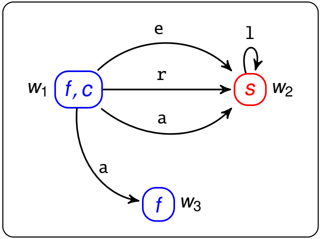
$\mathcal{L}, w \models \mathrm{A}\varphi$ sii para todo $w \in \mathrm{S}$, $\mathcal{L}, w \models \varphi$ ($\mathrm{A}\varphi := \mathrm{Kh}(\neg\varphi, \bot)$)



$\models \mathrm{A}(f \vee s)$

Modalidad universal A

Aφ: *"en todos los estados se cumple φ"*.
$\mathcal{L}, w \models$ Aφ sii para todo $w \in S$, $\mathcal{L}, w \models \varphi$ (Aφ := Kh($\neg\varphi, \bot$))



$\models$ A($f \vee s$)
$\not\models$ A($f \vee c$)

Axiomatización $\mathcal{L}^{\mathrm{LTS}}_{\mathsf{Kh}}$ de L_{Kh}

Caracterizan las propiedades que se cumplen en los modelos.

$\underline{\mathcal{L}}$:	TAUT	$\vdash \varphi$ para tautologías proposicionales
	DISTA	$\vdash \mathsf{A}(\varphi \to \psi) \to (\mathsf{A}\varphi \to \mathsf{A}\psi)$
	TA	$\vdash \mathsf{A}\varphi \to \varphi$
	4KhA	$\vdash \mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{A}\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
	5KhA	$\vdash \neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{A}\neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
$\underline{\mathcal{L}_{\mathrm{LTS}}}$:	EMP	$\vdash \mathsf{A}(\psi \to \varphi) \to \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
	COMPKh	$\vdash (\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \wedge \mathsf{Kh}(\varphi, \chi)) \to \mathsf{Kh}(\psi, \chi)$
<u>Reglas:</u>	$\dfrac{\varphi \quad (\varphi \to \psi)}{\psi}$ MP	$\dfrac{\varphi}{\mathsf{A}\varphi}$ NECA

Axiomatización $\mathcal{L}^{\text{LTS}}_{\text{Kh}}$ de L_{Kh}

Caracterizan las propiedades que se cumplen en los modelos.

$\mathcal{L}$:	TAUT	$\vdash \varphi$ para tautologías proposicionales
	DISTA	$\vdash \mathsf{A}(\varphi \to \psi) \to (\mathsf{A}\varphi \to \mathsf{A}\psi)$
	TA	$\vdash \mathsf{A}\varphi \to \varphi$
	4KhA	$\vdash \mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{AKh}(\psi, \varphi)$
	5KhA	$\vdash \neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{A}\neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
$\mathcal{L}_{\text{LTS}}$:	EMP	$\vdash \mathsf{A}(\psi \to \varphi) \to \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
	COMPKh	$\vdash (\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \wedge \mathsf{Kh}(\varphi, \chi)) \to \mathsf{Kh}(\psi, \chi)$
Reglas:	$\dfrac{\varphi \quad (\varphi \to \psi)}{\psi}$ MP	$\dfrac{\varphi}{\mathsf{A}\varphi}$ NECA

Axiomatización $\mathcal{L}^{\mathrm{LTS}}_{\mathsf{Kh}}$ de L_{Kh}

Caracterizan las propiedades que se cumplen en los modelos.

$\underline{\mathcal{L}}$:	TAUT	$\vdash \varphi$ para tautologías proposicionales
	DISTA	$\vdash \mathsf{A}(\varphi \to \psi) \to (\mathsf{A}\varphi \to \mathsf{A}\psi)$
	TA	$\vdash \mathsf{A}\varphi \to \varphi$
	4KhA	$\vdash \mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{AKh}(\psi, \varphi)$
	5KhA	$\vdash \neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \to \mathsf{A}\neg\mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
$\underline{\mathcal{L}_{\mathrm{LTS}}}$:	EMP	$\vdash \mathsf{A}(\psi \to \varphi) \to \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$
	COMPKh	$\vdash (\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \wedge \mathsf{Kh}(\varphi, \chi)) \to \mathsf{Kh}(\psi, \chi)$
Reglas:	$\dfrac{\varphi \quad (\varphi \to \psi)}{\psi}$ MP	$\dfrac{\varphi}{\mathsf{A}\varphi}$ NECA

Propiedades

Teorema (Demri y Fervari, 2023)

El problema de model checking para L_{Kh} *es* PSpace*-completo.*

Propiedades

Teorema (Demri y Fervari, 2023)

El problema de model checking para $\mathsf{L_{Kh}}$ *es* PSpace*-completo.*

Teorema (Areces et al., 2023a)

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L_{Kh}}$ *está en* NP^{NP}.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Hay muchas razones de no saber cómo.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
    - *¿y si el agente no es consciente de que ciertos planes existen?*
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Hay muchas razones de no saber cómo.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
    - *¿y si el agente no es consciente de que ciertos planes existen?*
    - tener la habilidad de $\neq$ ser consciente de dicha habilidad
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Hay muchas razones de no saber cómo.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
    - *¿y si el agente no es consciente de que ciertos planes existen?*
    - tener la habilidad de $\neq$ ser consciente de dicha habilidad
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
    - *¿y si no es capaz de distinguir ciertos planes de otros?*

  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Hay muchas razones de no saber cómo.

Pero, esta lógica, ¿representa el conocimiento?

- **Saber que:**
  - información óntica: hechos proposicionales en un mundo;
  - información epistémica: incertidumbre o relación de indistinguibilidad, la percepción del agente.
- **Saber cómo:**
  - el agente tiene disponible todos los planes para elegir uno;
    - *¿y si el agente no es consciente de que ciertos planes existen?*
    - tener la habilidad de $\neq$ ser consciente de dicha habilidad
  - para el agente, cada plan es diferente de cualquier otro;
    - *¿y si no es capaz de distinguir ciertos planes de otros?*
    - los efectos de dos planes pueden ser indistintos para un agente
  - no hay una distinción entre la información óntica y epistémica.

Hay muchas razones de no saber cómo.

LTSs basado en incertidumbre (LTS^{U}s)

Definición (LTS^U)

Dado Agt un conjunto de agentes. $\mathcal{M} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \{\mathrm{U}(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V} \rangle$:

LTSs basado en incertidumbre (LTS^{U}s)

Definición (LTS^U)

Dado Agt un conjunto de agentes. $\mathcal{M} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \{\mathrm{U}(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V} \rangle$:

- $\langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V} \rangle$ es un LTS

Definición (LTS^U)

Dado Agt un conjunto de agentes. $\mathcal{M} = \langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \{\mathrm{U}(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$:

- $\langle \mathrm{S}, \{\mathrm{R}_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \mathrm{V}\rangle$ es un LTS y
- $\mathrm{U}(i) \subseteq \mathcal{P}(\mathsf{Act}^*)$ tal que
  1. $\mathrm{U}(i) \neq \emptyset$, $\emptyset \notin \mathrm{U}(i)$,
  2. si $\pi_1, \pi_2 \in \mathrm{U}(i)$ y $\pi_1 \neq \pi_2$, entonces $\pi_1 \cap \pi_2 = \emptyset$.

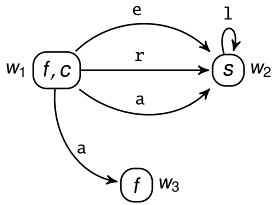
LTSs basado en incertidumbre (LTS^Us)

Definición (LTS^U)

Dado Agt un conjunto de agentes. $\mathcal{M} = \langle S, \{R_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, \{U(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, V \rangle$:

- $\langle S, \{R_a\}_{a \in \mathsf{Act}}, V \rangle$ es un LTS y
- $U(i) \subseteq \mathcal{P}(\mathsf{Act}^*)$ tal que
  1. $U(i) \neq \emptyset$, $\emptyset \notin U(i)$,
  2. si $\pi_1, \pi_2 \in U(i)$ y $\pi_1 \neq \pi_2$, entonces $\pi_1 \cap \pi_2 = \emptyset$.

$U(i)$: *conjuntos de planes que el agente i no puede distinguir entre sí.*



$U(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\}$

$U(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}\}$

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja
- Distinción entre
  - la información óntica (parte LTS), común a todos los agentes,

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja
- Distinción entre
  - la información óntica (parte LTS), común a todos los agentes, y
  - la información epistémica (U), que representa la percepción de cada agente.

¿De qué nos sirve esto?

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja
- Distinción entre
  - la información óntica (parte LTS), común a todos los agentes, y
  - la información epistémica (U), que representa la percepción de cada agente.
- Posibilidad de definir nuevos operadores

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ".*

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ".*

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente *i* tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.

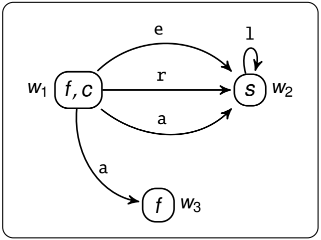
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathrm{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathrm{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



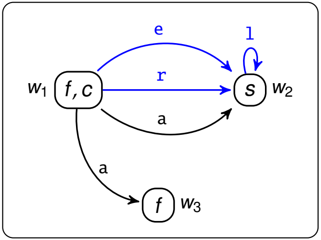
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



$\models \mathsf{Kh}_i(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\})$

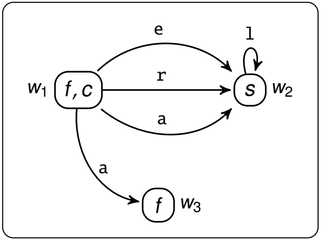
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathrm{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ".*

$\mathcal{M} \models \mathrm{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



$\models \mathrm{Kh}_i(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\})$
$\not\models \mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}\})$

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

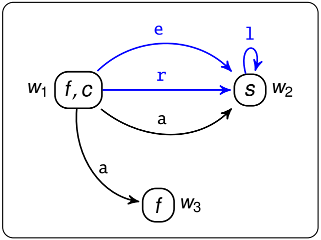
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



$\models \mathsf{Kh}_i(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\})$
$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}\})$
- $\mathtt{el}$ y $\mathtt{rl}$ llevan el agente desde todo estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s;

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

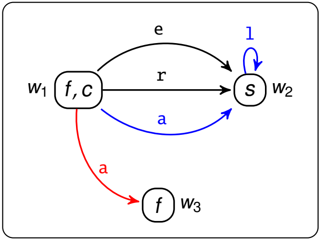
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ".*

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



$\models \mathsf{Kh}_i(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\})$
$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$ $(\mathrm{U}(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}\})$
- `el` y `rl` llevan el agente desde todo estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s;
- el plan `al` no se completa en w_3;

Sintaxis y semántica de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us

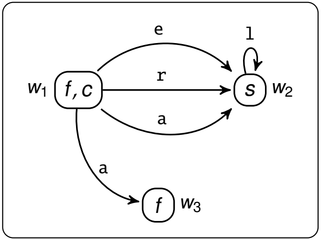
Definición

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi)$$

$\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$: *"cuando ψ se cumple, el agente i sabe cómo cumplir φ"*.

$\mathcal{M} \models \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$ sii existe un conjunto de planes π para el agente i tal que

1. cada plan en π es indistinguible de los otros ($\pi \in \mathrm{U}(i)$),
2. cada plan en π es FE en todos los estados ψ
3. y vía cada plan en π, siempre terminan en estados φ.



$\models \mathsf{Kh}_i(f \wedge c, s)$ ($\mathrm{U}(i) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}\}, \{\mathtt{al}\}\}$)
$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$ ($\mathrm{U}(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}\}$)
- $\mathtt{el}$ y $\mathtt{rl}$ llevan el agente desde todo estado $(f \wedge c)$ y alcanza sólo estados s;
- el plan $\mathtt{al}$ no se completa en w_3;
$\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}$ no es FE en w_1

Axiomatización $\mathcal{L}^{\mathrm{LTS}^U}_{\mathsf{Kh}_i}$ de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$

$\mathcal{L}$:	TAUT	$\vdash \varphi$ para tautologías proposicionales
	DISTA	$\vdash \mathsf{A}(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (\mathsf{A}\varphi \rightarrow \mathsf{A}\psi)$
	TA	$\vdash \mathsf{A}\varphi \rightarrow \varphi$
	4KhA	$\vdash \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \rightarrow \mathsf{A}\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$
	5KhA	$\vdash \neg\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \rightarrow \mathsf{A}\neg\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$
$\mathcal{L}_{\mathrm{LTS}^U}$:	KhA	$\vdash (\mathsf{A}(\chi \rightarrow \psi) \wedge \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \wedge \mathsf{A}(\varphi \rightarrow \theta)) \rightarrow \mathsf{Kh}_i(\chi,\theta)$
Reglas:		$\dfrac{\varphi \quad (\varphi \rightarrow \psi)}{\psi}$ MP $\qquad \dfrac{\varphi}{\mathsf{A}\varphi}$ NECA

Comparando L_{Kh} con $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$

Proposición (Areces et al., 2023c)

Los axiomas

- *EMP:* $\mathsf{A}(\psi \to \varphi) \to \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$, *y*
- *COMPKh:* $(\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \land \mathsf{Kh}(\varphi, \chi)) \to \mathsf{Kh}(\psi, \chi)$

no son válidos en la semántica basada en LTS^U*s.*

Comparando L_{Kh} con $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$

Proposición (Areces et al., 2023c)

Los axiomas

- *EMP:* $\mathsf{A}(\psi \to \varphi) \to \mathsf{Kh}(\psi, \varphi)$, *y*
- *COMPKh:* $(\mathsf{Kh}(\psi, \varphi) \wedge \mathsf{Kh}(\varphi, \chi)) \to \mathsf{Kh}(\psi, \chi)$

no son válidos en la semántica basada en LTS^U*s.*

Teorema (Areces et al., 2023c)

$\mathcal{L}_{\mathsf{Kh}_i}^{\mathrm{LTS}^U}$ *generaliza* $\mathcal{L}_{\mathsf{Kh}}^{\mathrm{LTS}}$*. Para todo* LTS*, existe un* LTS^U *equivalente.*

Teorema (Areces et al., 2021)

El problema de model checking para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *está en* P*, y el problema de satisfacibilidad para* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *es* NP*-completo.*

Propiedades computacionales

Teorema (Areces et al., 2021)

El problema de model checking para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *está en* P, *y el problema de satisfacibilidad para* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *es* NP-*completo.*

- Dada una fórmula φ satisfacible y su modelo canónico correspondiente, se seleccionan partes del mismo.

Propiedades computacionales

Teorema (Areces et al., 2021)

El problema de model checking para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *está en* P*, y el problema de satisfacibilidad para* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *es* NP*-completo.*

- Dada una fórmula φ satisfacible y su modelo canónico correspondiente, se seleccionan partes del mismo.
- Este “submodelo” es de tamaño polinomial

Explotando el framework

Ventajas:

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS o entorno
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja
- Distinción entre
  - la información óntica (parte LTS), común a todos los agentes, y
  - la información epistémica (U), que representa la percepción de cada agente.

Explotando el framework

Ventajas:

- Múltiples agentes pueden compartir un mismo LTS o entorno
- Modelar agentes más imperfectos y menos idealizados
- Complejidad computacional relativamente baja
- Distinción entre
  - la información óntica (parte LTS), común a todos los agentes, y
  - la información epistémica (U), que representa la percepción de cada agente.

Con esto se pueden definir operadores dinámicos ónticos y epistémicos que modifiquen cada tipo de información.

Ónticos - Anuncios públicos ($\mathsf{PAL}_{\mathsf{Kh}_i} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [!\chi]$)

- Operador de la lógica de “saber qué” (Ditmarsch et al., 2007)

Ónticos - Anuncios públicos ($\mathsf{PAL}_{\mathsf{Kh}_i} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [!\chi]$)

- Operador de la lógica de "saber qué" (Ditmarsch et al., 2007)
  - $[!\chi]\varphi$: *"después de anunciar χ, φ se cumple"*

Ónticos - Anuncios públicos ($\mathsf{PAL}_{\mathsf{Kh}_i} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [!\chi]$)

- Operador de la lógica de "saber qué" (Ditmarsch et al., 2007)
  - $[!\chi]\varphi$: *"después de anunciar χ, φ se cumple"*
- Elimina estados (S) y las relaciones entre estos (R)

Ónticos - Anuncios públicos ($\mathsf{PAL}_{\mathsf{Kh}_i} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [!\chi]$)

- Operador de la lógica de "saber qué" (Ditmarsch et al., 2007)
  - $[!\chi]\varphi$: *"después de anunciar χ, φ se cumple"*
- Elimina estados (S) y las relaciones entre estos (R)
- Más expresiva que $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us arbitrarios

- Operador de la lógica de "saber qué" (Ditmarsch et al., 2007)
  - $[!\chi]\varphi$: *"después de anunciar χ, φ se cumple"*
- Elimina estados (S) y las relaciones entre estos (R)
- Más expresiva que $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us arbitrarios
- Satisfacibilidad: Decidible sobre una clase de modelos restringida

Epistémicos - Refinamiento ($L_{\mathsf{Ref}} = L_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- ¿Cómo modificamos U?

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- Eliminar incertidumbre entre planes

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: *"luego de distinguir* σ_1 *y* σ_2, φ *cumple"*

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

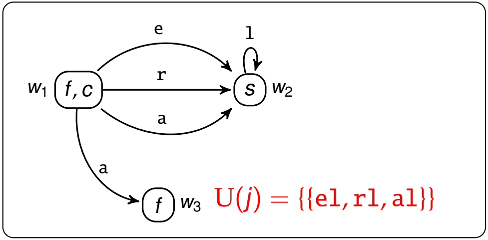
- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: "*existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple*"

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: "*existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple*"
  - $[\sigma_1 \nsim \sigma_2] \varphi$: "*para cada forma de separar σ_1 y σ_2, φ cumple*"

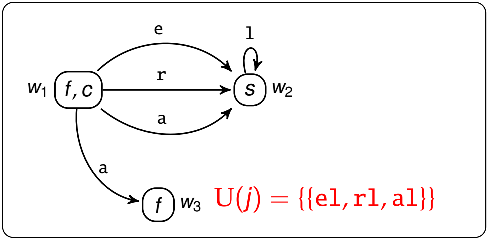
Epistémicos - Refinamiento ($L_{Ref} = L_{Kh_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle\varphi$: *"existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple"*
  - $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]\varphi$: *"para cada forma de separar σ_1 y σ_2, φ cumple"*



Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

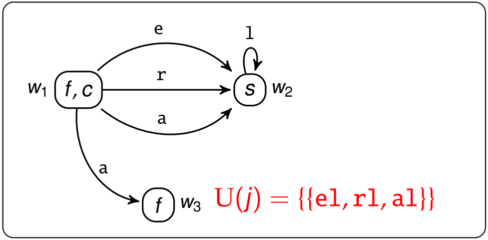
- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: "*existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple*"
  - $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]\varphi$: "*para cada forma de separar σ_1 y σ_2, φ cumple*"



$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

Epistémicos - Refinamiento ($\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + \langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$)

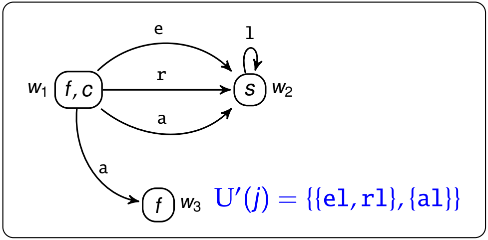
- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: "*existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple*"
  - $[\sigma_1 \nsim \sigma_2] \varphi$: "*para cada forma de separar σ_1 y σ_2, φ cumple*"



$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

$\models \langle \mathtt{el} \nsim \mathtt{al} \rangle \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

- Eliminar incertidumbre entre planes
- Dado un conjunto de planes, dividirlo en dos
  - $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle \varphi$: *"existe una forma de separar σ_1 y σ_2 tal que φ cumple"*
  - $[\sigma_1 \nsim \sigma_2] \varphi$: *"para cada forma de separar σ_1 y σ_2, φ cumple"*



$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

$\models \langle \mathtt{el} \nsim \mathtt{al} \rangle \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

$\mathrm{U}(j) \rightsquigarrow^{\mathtt{el}}_{\mathtt{al}} \mathrm{U}'(j)$

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ *es una modalidad normal y serial*

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ *es una modalidad normal y serial*
2. $\models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi) \rightarrow [\sigma_1 \nsim \sigma_2]\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ *(ψ, φ proposicionales)*

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ *es una modalidad normal y serial*
2. $\models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi) \to [\sigma_1 \nsim \sigma_2]\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ *(ψ, φ proposicionales)*
3. $\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$ *es más expresiva que* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *sobre* LTS^U*s arbitrarios*

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. $[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ *es una modalidad normal y serial*
2. $\models \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \rightarrow [\sigma_1 \nsim \sigma_2]\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$ *(ψ,φ proposicionales)*
3. $\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$ *es más expresiva que* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ *sobre* LTS^U*s arbitrarios*
4. *Sustitución uniforme no se cumple en* $\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. *$[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ es una modalidad normal y serial*
2. *$\models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi) \rightarrow [\sigma_1 \nsim \sigma_2]\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ (ψ, φ proposicionales)*
3. *$\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$ es más expresiva que $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us arbitrarios*
4. *Sustitución uniforme no se cumple en $\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$*

- Kh_i no puede hablar explícitamente sobre planes

Refinamiento: Propiedades

Proposición (Areces et al., 2023b)

1. *$[\sigma_1 \nsim \sigma_2]$ es una modalidad normal y serial*
2. *$\models \mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi) \rightarrow [\sigma_1 \nsim \sigma_2]\mathsf{Kh}_i(\psi, \varphi)$ (ψ, φ proposicionales)*
3. *$\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$ es más expresiva que $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ sobre LTS^Us arbitrarios*
4. *Sustitución uniforme no se cumple en $\mathsf{L}_{\mathsf{Ref}}$*

- Kh_i no puede hablar explícitamente sobre planes
- Dificultades al definir axiomatizaciones

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas
- L_{Kh_i} no es lo suficiente expresiva para capturar el efecto de estas modalidades (Kh_i no puede describir planes explícitamente)

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas
- $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ no es lo suficiente expresiva para capturar el efecto de estas modalidades (Kh_i no puede describir planes explícitamente)

Propuesta: Extender la lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ para hablar sobre los planes que los agentes pueden ejecutar en determinados estados.

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas
- $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ no es lo suficiente expresiva para capturar el efecto de estas modalidades (Kh_i no puede describir planes explícitamente)

Propuesta: Extender la lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ para hablar sobre los planes que los agentes pueden ejecutar en determinados estados.

Operadores básicos de logica modal (para cada $b \in \mathsf{Act}$):

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas
- $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ no es lo suficiente expresiva para capturar el efecto de estas modalidades (Kh_i no puede describir planes explícitamente)

Propuesta: Extender la lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ para hablar sobre los planes que los agentes pueden ejecutar en determinados estados.

Operadores básicos de logica modal (para cada $b \in \mathsf{Act}$):

- $[b]\varphi$: *“desde este estado, cada ejecución de b lleva a estados φ”*

Complicaciones con estos operadores

- Resultados de axiomatizaciones y decidibilidad limitados a clases de modelos específicas
- $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ no es lo suficiente expresiva para capturar el efecto de estas modalidades (Kh_i no puede describir planes explícitamente)

Propuesta: Extender la lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ para hablar sobre los planes que los agentes pueden ejecutar en determinados estados.

Operadores básicos de logica modal (para cada $b \in \mathsf{Act}$):

- $[b]\varphi$: *“desde este estado, cada ejecución de b lleva a estados φ”*
- $\langle b\rangle\varphi$: *“desde este estado, existe una ejecución de b que lleva a un estado φ”*

Una extensión razonable

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

Una extensión razonable

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi, \varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *“cada ejecución de b lleva a estados* φ*”*
$\langle b\rangle\varphi$: *“existe una ejecución de b que lleva a un estado* φ*”*

$$\begin{array}{lll} \mathcal{M}, w \models [b]\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w, u) \in \mathrm{R}_b \\ \mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w, u) \in \mathrm{R}_b \end{array}$$

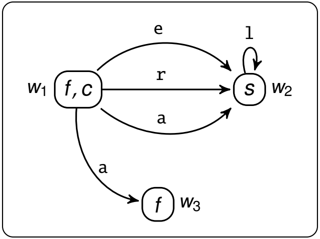
Una extensión razonable

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

$$\begin{array}{lll} \mathcal{M}, w \models [b]\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w,u) \in \mathrm{R}_b \\ \mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w,u) \in \mathrm{R}_b \end{array}$$



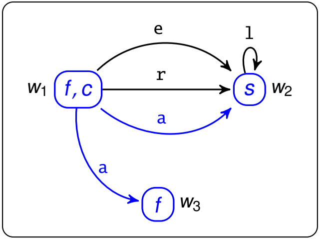
Una extensión razonable

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

$$\begin{array}{lll} \mathcal{M}, w \models [b]\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w,u) \in \mathrm{R}_b \\ \mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi & \text{sii} & \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w,u) \in \mathrm{R}_b \end{array}$$



$w_1 \models [\mathtt{a}](f \vee s)$

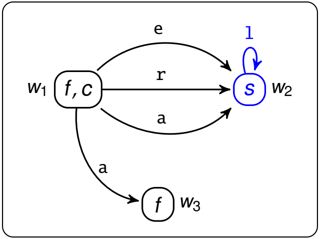
Una extensión razonable

Definición ($L_{Kh_i,\Box} = L_{Kh_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

$$\mathcal{M}, w \models [b]\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$
$$\mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$



$w_1 \models [\mathtt{a}](f \vee s)$
$w_2 \models \langle \mathtt{l}\rangle s$

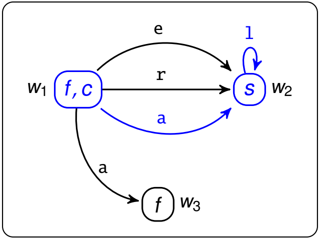
Una extensión razonable

Definición ($L_{Kh_i,\Box} = L_{Kh_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

$$\mathcal{M}, w \models [b]\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$
$$\mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$



$w_1 \models [\mathtt{a}](f \vee s)$
$w_2 \models \langle \mathtt{l}\rangle s$
$w_1 \models \langle \mathtt{a}\rangle\langle \mathtt{l}\rangle s$

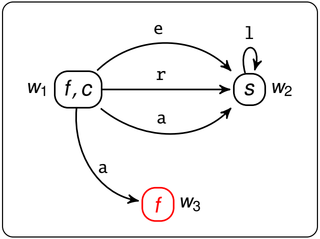
Una extensión razonable

Definición ($L_{Kh_i,\Box} = L_{Kh_i} + [b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi$$

$[b]\varphi$: *"cada ejecución de b lleva a estados φ"*
$\langle b\rangle\varphi$: *"existe una ejecución de b que lleva a un estado φ"*

$$\mathcal{M}, w \models [b]\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ para todo } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$
$$\mathcal{M}, w \models \langle b\rangle\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}, u \models \varphi \text{ existe } (w,u) \in \mathrm{R}_b$$



$w_1 \models [\mathtt{a}](f \vee s)$
$w_2 \models \langle \mathtt{l}\rangle s$
$w_1 \models \langle \mathtt{a}\rangle\langle \mathtt{l}\rangle s$
$w_3 \not\models \langle \mathtt{l}\rangle s$

Axiomatización $\mathcal{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ de $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$

$\mathcal{L}$:	TAUT	$\vdash \varphi$ para φ una tautología proposicional
	DISTA	$\vdash \mathsf{A}(\varphi \to \psi) \to (\mathsf{A}\varphi \to \mathsf{A}\psi)$
	TA	$\vdash \mathsf{A}\varphi \to \varphi$
	4KhA	$\vdash \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \to \mathsf{AKh}_i(\psi,\varphi)$
	5KhA	$\vdash \neg\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \to \mathsf{A}\neg\mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi)$
$\mathcal{L}_{\mathrm{LTS}^U}$:	KhA	$\vdash (\mathsf{A}(\chi \to \psi) \wedge \mathsf{Kh}_i(\psi,\varphi) \wedge \mathsf{A}(\varphi \to \theta)) \to \mathsf{Kh}_i(\chi,\theta)$
$\mathcal{L}_{\Box}$:	DIST$\Box$	$\vdash [b](\varphi \to \psi) \to ([b]\varphi \to [b]\psi)$
	A$\Box$	$\vdash \mathsf{A}\varphi \to [b]\varphi$
Reglas:		$\dfrac{\varphi \quad (\varphi \to \psi)}{\psi}$ MP $\qquad \dfrac{\varphi}{\mathsf{A}\varphi}$ NECA

Refinamiento de acciones

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

Refinamiento de acciones

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii

Refinamiento de acciones

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i\in\mathsf{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$

Refinamiento de acciones

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$

$$\mathrm{U}^b(i) = \left\{ \right.$$

Refinamiento de acciones

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}^b, u \models \varphi \text{ donde } \mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i\in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists \pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ & \end{cases}$$

Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i\in\mathsf{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists\pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ \mathrm{U}(i) \cup \{\{b\}\} & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Refinamiento de acciones

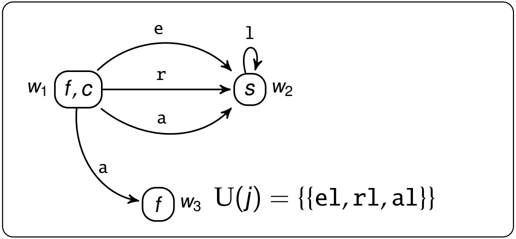
Definición ($L_{Kh_i,\Box,[!b]} = L_{Kh_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \lor \varphi \mid \mathrm{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi \quad \text{sii} \quad \mathcal{M}^b, u \models \varphi \text{ donde } \mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i\in \mathrm{Agt}}, \mathrm{V}\rangle$$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists \pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ \mathrm{U}(i) \cup \{\{b\}\} & \text{caso contrario} \end{cases}$$



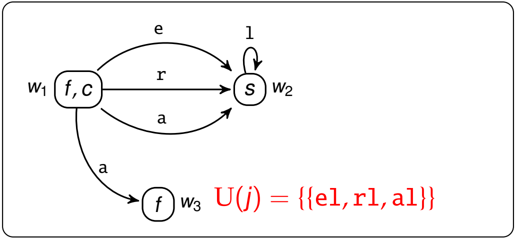
Definición ($L_{Kh_i,\Box,[!b]} = L_{Kh_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid Kh_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i\in Agt}, \mathrm{V}\rangle$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists\pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ \mathrm{U}(i) \cup \{\{b\}\} & \text{caso contrario} \end{cases}$$



$\not\models Kh_j(f \wedge c, s)$

Refinamiento de acciones

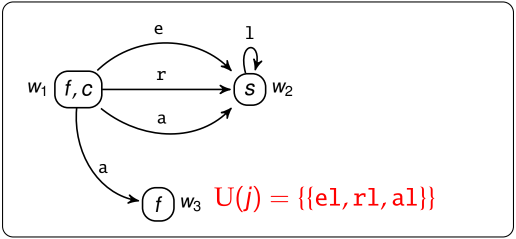
Definición ($L_{Kh_i,\Box,[!b]} = L_{Kh_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid Kh_i(\varphi, \varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i \in Agt}, \mathrm{V}\rangle$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists \pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ \mathrm{U}(i) \cup \{\{b\}\} & \text{caso contrario} \end{cases}$$



$\not\models Kh_j(f \wedge c, s)$

$\models [!\mathtt{e}]Kh_j(f \wedge c, s)$

Refinamiento de acciones

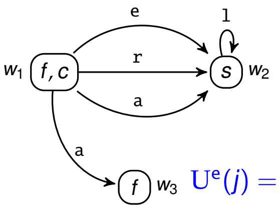
Definición ($\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]} = \mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box} + [!b]$)

$$\varphi ::= p \mid \neg\varphi \mid \varphi \vee \varphi \mid \mathsf{Kh}_i(\varphi,\varphi) \mid [b]\varphi \mid [!b]\varphi$$

$[!b]\varphi$: *"tras anunciar que b es distinguible de todo plan, φ se cumple".*

$\mathcal{M}, w \models [!b]\varphi$ sii $\mathcal{M}^b, u \models \varphi$ donde $\mathcal{M}^b = \langle \mathrm{S}, \mathrm{R}, \{\mathrm{U}^b(i)\}_{i \in \mathsf{Agt}}, \mathrm{V} \rangle$

$$\mathrm{U}^b(i) = \begin{cases} (\mathrm{U}(i) \setminus \{\pi\}) \cup \{\{b\}\} & \exists \pi \in \mathrm{U}(i) \text{ con } b \in \pi \\ \mathrm{U}(i) \cup \{\{b\}\} & \text{caso contrario} \end{cases}$$



$\mathrm{U}^{\mathtt{e}}(j) = \{\{\mathtt{el}, \mathtt{rl}, \mathtt{al}\}, \{\mathtt{e}\}\}$

$\not\models \mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

$\models [!\mathtt{e}]\mathsf{Kh}_j(f \wedge c, s)$

$\mathrm{U}(j) \rightarrow \mathrm{U}^{\mathtt{e}}(j)$

Axiomas de reducción $\mathcal{L}_{[!b]}$

Equivalencias que eliminan ocurrencias de $[!b]$.

Axiomas de reducción $\mathcal{L}_{[!b]}$

Equivalencias que eliminan ocurrencias de $[!b]$.

(1) $[!b]p \leftrightarrow p$

(2) $[!b]\neg\varphi_1 \leftrightarrow \neg[!b]\varphi_1$

(3) $[!b](\varphi_1 \vee \varphi_2) \leftrightarrow ([!b]\varphi_1 \vee [!b]\varphi_2)$

(4) $[!b][b]\varphi_1 \leftrightarrow [b][!b]\varphi_1$

Axiomas de reducción $\mathcal{L}_{[!b]}$

Equivalencias que eliminan ocurrencias de $[!b]$.

(1) $[!b]p \leftrightarrow p$

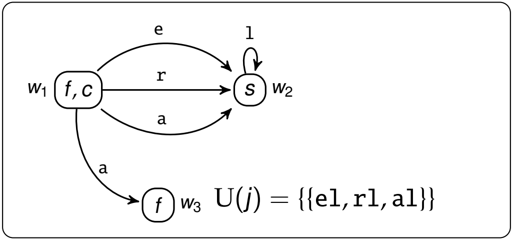
(2) $[!b]\neg\varphi_1 \leftrightarrow \neg[!b]\varphi_1$

(3) $[!b](\varphi_1 \vee \varphi_2) \leftrightarrow ([!b]\varphi_1 \vee [!b]\varphi_2)$

(4) $[!b][b]\varphi_1 \leftrightarrow [b][!b]\varphi_1$

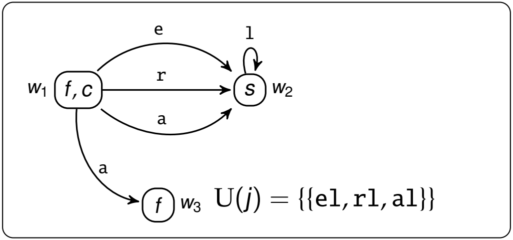
(5) $[!b]\mathrm{Kh}_i(\varphi_1, \varphi_2) \leftrightarrow (\mathrm{Kh}_i([!b]\varphi_1, [!b]\varphi_2) \vee$
$$\mathrm{A}([!b]\varphi_1 \rightarrow (\langle b\rangle\top \wedge [b][!b]\varphi_2)))$$

Un ejemplo de reducción



$$\mathcal{M}, w \models [!\mathrm{e}]\mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s) \qquad \textbf{(5)}$$

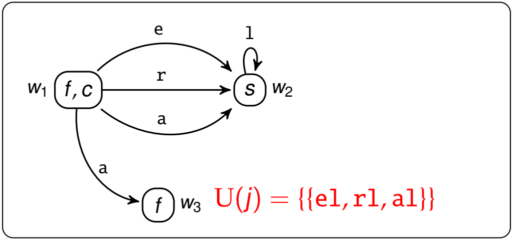
Un ejemplo de reducción



$$\mathcal{M}, w \models [!\mathrm{e}]\mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s) \qquad \textbf{(5)}$$

$$\mathcal{M}, w \models \mathrm{Kh}_j([!\mathrm{e}](f \wedge c), [!\mathrm{e}]s) \vee \mathrm{A}([!\mathrm{e}](f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b][!\mathrm{e}]s)) \qquad \textbf{(1)-(3)}$$

Un ejemplo de reducción

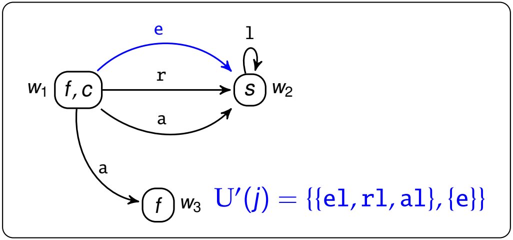


$\mathcal{M}, w \models [!\mathrm{e}]\mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s)$ **(5)**

$\mathcal{M}, w \models \mathrm{Kh}_j([!\mathrm{e}](f \wedge c), [!\mathrm{e}]s) \vee \mathrm{A}([!\mathrm{e}](f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b][!\mathrm{e}]s))$ **(1)-(3)**

$\mathcal{M}, w \models \mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s) \vee \mathrm{A}((f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b]s))$

Un ejemplo de reducción



$\mathcal{M}, w \models [!\mathrm{e}]\mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s)$ **(5)**

$\mathcal{M}, w \models \mathrm{Kh}_j([!\mathrm{e}](f \wedge c), [!\mathrm{e}]s) \vee \mathrm{A}([!\mathrm{e}](f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b][!\mathrm{e}]s))$ **(1)-(3)**

$\mathcal{M}, w \models \mathrm{Kh}_j(f \wedge c, s) \vee \mathrm{A}((f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b]s))$

$\mathcal{M}, w \models \mathrm{A}((f \wedge c) \rightarrow (\langle b \rangle \top \wedge [b]s))$

Propiedades

Corolario

$\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *y* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *son igualmente expresivas para modelos* LTS^U*s arbitrarios.*

Propiedades

Corolario

$\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *y* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *son igualmente expresivas para modelos* LTS^U*s arbitrarios.*

Teorema

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *es decidible.*

Propiedades

Corolario

$\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *y* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *son igualmente expresivas para modelos* LTS^U*s arbitrarios.*

Teorema

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *es decidible.*

Corolario

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *también es decidible.*

Propiedades

Corolario

$\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *y* $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *son igualmente expresivas para modelos* LTS^U*s arbitrarios.*

Teorema

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box}$ *es decidible.*

Corolario

El problema de satisfacibilidad para $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i,\Box,[!b]}$ *también es decidible.*

Resultados análogos para operadores de refinamiento de un plan ($[!\sigma]$) y semi privados ($[!\sigma, i]$).

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo

Repaso

Lógica L_{Kh_i} [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]

Repaso

Lógica L_{Kh_i} [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]

Repaso

Lógica L_{Kh_i} [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Operadores dinámicos [Cap. 8]

Repaso

Lógica $\mathrm{L}_{\mathrm{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Operadores dinámicos [Cap. 8]

- Anuncios públicos ($[!\chi]$) y actualización de relaciones ($[E]$) [Cap. 8.1]

Repaso

Lógica $\mathsf{L_{Kh_i}}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Operadores dinámicos [Cap. 8]

- Anuncios públicos ($[!\chi]$) y actualización de relaciones ($[E]$) [Cap. 8.1]
- Refinamientos específico $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$ y arbitrario de planes $\langle \nsim \rangle$, y refinamiento de un plan público $[!\sigma]$ y privado $[!\sigma, i]$ [Cap. 8.2 y 9]

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Operadores dinámicos [Cap. 8]

- Anuncios públicos ($[!\chi]$) y actualización de relaciones ($[E]$) [Cap. 8.1]
- Refinamientos específico $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$ y arbitrario de planes $\langle \nsim \rangle$, y refinamiento de un plan público $[!\sigma]$ y privado $[!\sigma, i]$ [Cap. 8.2 y 9]

Operadores deónticos (habilidades, normas y cumplimiento) [Cap. 10]

Repaso

Lógica $\mathsf{L}_{\mathsf{Kh}_i}$ [Cap. 4]

- Distinción entre la información óntica y epistémica
- Representa más razones de no saber cómo
- Axiomatización correcta y fuertemente completa [Cap. 5]
- Resultados de bisimulaciones y equivalencia de fórmulas [Cap. 6]
- Generaliza la semántica basada en LTSs [Cap. 6]
- Complejidad computacional relativamente baja [Cap. 7]

Operadores dinámicos [Cap. 8]

- Anuncios públicos ($[!\chi]$) y actualización de relaciones ($[E]$) [Cap. 8.1]
- Refinamientos específico $\langle \sigma_1 \nsim \sigma_2 \rangle$ y arbitrario de planes $\langle \nsim \rangle$, y refinamiento de un plan público $[!\sigma]$ y privado $[!\sigma, i]$ [Cap. 8.2 y 9]

Operadores deónticos (habilidades, normas y cumplimiento) [Cap. 10]

Trabajo futuro

- Considerar alternativas a la ejecutabilidad fuerte (ejecutabilidad débil, trazas de ejecuciones parciales, etcétera)

Trabajo futuro

- Considerar alternativas a la ejecutabilidad fuerte (ejecutabilidad débil, trazas de ejecuciones parciales, etcétera)
- Encontrar la cota inferior del problema de satisfacibilidad para L_{Kh}

Trabajo futuro

- Considerar alternativas a la ejecutabilidad fuerte (ejecutabilidad débil, trazas de ejecuciones parciales, etcétera)
- Encontrar la cota inferior del problema de satisfacibilidad para L_{Kh}
- Caracterizar la clase de complejidad exacta de las lógicas dinámicas y deónticas

Trabajo futuro

- Considerar alternativas a la ejecutabilidad fuerte (ejecutabilidad débil, trazas de ejecuciones parciales, etcétera)
- Encontrar la cota inferior del problema de satisfacibilidad para L_{Kh}
- Caracterizar la clase de complejidad exacta de las lógicas dinámicas y deónticas
- Análisis sobre posibles clases de modelos, resultados de expresividad, axiomatizaciones y extensiones del lenguaje base

Trabajo futuro

- Considerar alternativas a la ejecutabilidad fuerte (ejecutabilidad débil, trazas de ejecuciones parciales, etcétera)
- Encontrar la cota inferior del problema de satisfacibilidad para L_{Kh}
- Caracterizar la clase de complejidad exacta de las lógicas dinámicas y deónticas
- Análisis sobre posibles clases de modelos, resultados de expresividad, axiomatizaciones y extensiones del lenguaje base
- Considerar otros operadores dinámicos, como “aprender cómo” y “olvidar cómo”

Referencias

- Areces, C., V. Cassano, P. F. Castro et al. (2023a). “How Easy it is to Know How: An Upper Bound for the Satisfiability Problem”. En: *18th Edition of the European Conference on Logics in Artificial Intelligence (JELIA 2023)*.
- Areces, C., R. Fervari, A. R. Saravia et al. (2021). “Uncertainty-Based Semantics for Multi-Agent Knowing How Logics”. En: *18th Conference on Theoretical Aspects of Rationality and Knowledge (TARK 2021)*. Vol. 335. EPTCS. Open Publishing Association, págs. 23-37.
- — (2023b). “First Steps in Updating Knowing How”. En: *Dynamic Logic. New Trends and Applications*. Ed. por C. Areces y D. Costa. Springer International Publishing, págs. 1-16.
- — (2023c). “Uncertainty-Based Knowing How Logic”. En: *Journal of Logic and Computation*, exad056. DOI: 10.1093/logcom/exad056.
- Demri, S. y R. Fervari (2023). “Model-Checking for Ability-Based Logics with Constrained Plans”. En: *37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI 2023)*. AAAI Press, págs. 6305-6312.