

# Sistemas Multi-Agente

## Interacción Social

Dr. Alejandro Guerra-Hernández

**Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial**  
Universidad Veracruzana

*Campus Sur, Calle Paseo Lote II, Sección Segunda No 112,  
Nuevo Xalapa, Xalapa, Ver., México 91097*

<mailto:aguerra@uv.mx>  
<https://www.uv.mx/personal/aguerra/sma>

Maestría en Inteligencia Artificial 2025



Universidad Veracruzana

# Interacción Social y Agencia

- ▶ Así como el **comportamiento autónomo y flexible** es el concepto central de la noción débil de agencia.
- ▶ Y la **Intencionalidad** lo es de la noción fuerte.
- ▶ La **interacción social** es el concepto central de los SMA.



Universidad Veracruzana

# Nivel de abstracción de las interacciones

- ▶ En la Inteligencia Artificial (IA), las interacciones se han estudiado en diferentes niveles de **abstracción**:
  - Individual.** Entre el agente y el ambiente, p. ej., en agencia débil, y la *nouvelle IA* [1].
  - Intra agente.** Entre componentes del agente, p. ej., en la sociedad de la mente de Minsky [5], redes de comportamiento de Maes [4], y las arquitecturas de agente.
  - Social.** Entre agentes Intencionales situados en un ambiente, p. ej., en los SMA.
- ▶ Nosotros estamos interesados en las **sociales**.



# Interacción

- ▶ Según Ferber [3], consiste en el establecimiento de una **relación dinámica** entre dos o más agentes mediante un conjunto de **acciones recíprocas**.
- ▶ La reciprocidad se debe a que estas acciones **influencian** el comportamiento futuro de los agentes participantes.
- ▶ Estos agentes están en **contacto**, directo o indirecto, durante la interacción.
- ▶ Se asume:
  - ▶ Agentes capaces de actuar y/o comunicar.
  - ▶ Situaciones de encuentro, p. ej., cooperación, etc.
  - ▶ Dinámica para encuentros, p. ej., movilidad, comunicación.
  - ▶ Autonomía para establecer y abandonar interacciones.



Universidad Veracruzana

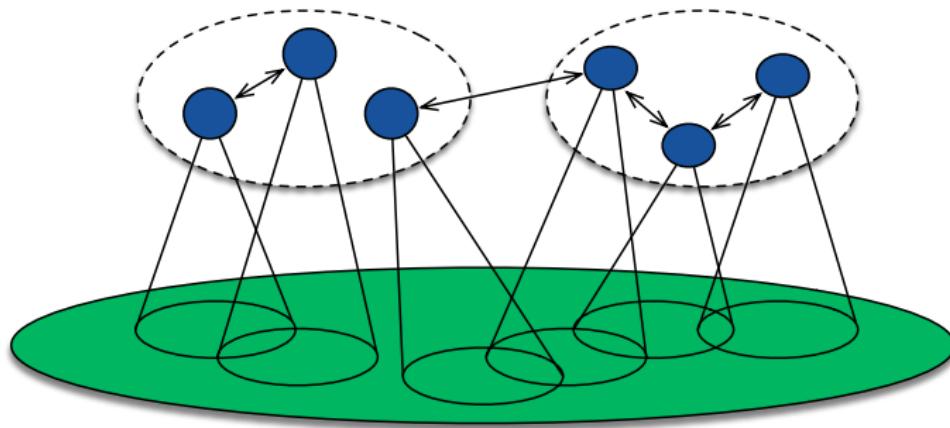
# Interacciones y Organización

- ▶ Morin [6] argumenta que las interacciones son la base constitutiva de una **organización**.
- ▶ Pero las organizaciones requieren de interacciones predefinidas para llevarse a cabo, i.e., las interacciones son **fuente** y **producto** de las organizaciones.



Universidad Veracruzana

# Origen de las Interacciones Sociales



● Agente

↔ Interacción

○ Organización

○ Esfera de influencia y visibilidad

Medio ambiente



Universidad Veracruzana

# Situaciones de Interacción

- ▶ Las interacciones se dan como resultado de:
  1. Agrupar agentes que actúan para satisfacer sus **metas**,
  2. tomando en cuenta las restricciones resultantes de sus **recursos limitados**, y
  3. sus **capacidades** individuales.
- ▶ Meta aquí denota **motivación**: Deseos, Intenciones, Objetivos, Propósitos, Metas, etc.
- ▶ La presencia de las metas es la **fuente** de las interacciones sociales, al igual que lo es de la racionalidad.



Universidad Veracruzana

# Bases para una clasificación

**Metas.** La meta  $\phi$  de un agente  $ag_1$  es **incompatible** con la meta  $\psi$  de un agente  $ag_2$ , si  $\phi \Rightarrow \neg\psi$ . Las metas incompatibles inducen situaciones **antagónicas**, las compatibles **cooperativas** o de **indiferencia**.

**Recursos.** Si son **limitados** inducen conflictos. Se requieren mecanismos de **negociación** y/o **coordinación**.

**Habilidades.** Si son **insuficientes** requieren de mecanismos de **cooperación**.



# Situaciones de interacción cooperativas

- ▶ Segundo Ferber [3], incluyen:

Situación	Metas	Habilidades	Recursos
Independencia	compatibles	suficientes	suficientes
Coordinación simple	compatibles	insuficientes	suficientes
Congestión	compatibles	suficientes	insuficientes
Colaboración coordinada	compatibles	insuficientes	insuficientes



# Situaciones de interacción antagónicas

Situación	Metas	Habilidades	Recursos
Competencia individual pura	incompatibles	suficientes	suficientes
Competencia colectiva pura	incompatibles	insuficientes	suficientes
Conflictivo individual por recursos	incompatibles	suficientes	insuficientes
Conflictivo colectivo por recursos	incompatibles	insuficientes	insuficientes



# Acción social

- ▶ Una acción social, según Castelfranchi [2], es aquella ejecutada por **un agente** en una **situación de interacción**.
- ▶ El agente asume que los otros participantes en la interacción también son **agentes** (como en la postura intencional).
- ▶ Observen que:
  - ▶ No existe énfasis en el **colectivo**, de hecho, se habla de una acción **individual**.
  - ▶ El estado **Intencional** del agente determina si una acción es social o no lo es, no la acción misma. Particularmente las metas.
  - ▶ Tampoco se equipara social y **comunicativo**.



# Interferencia

- ▶ Las **interferencias** son situaciones donde el efecto de una acción de un agente es relevante para las metas de otro agente.
- ▶ Pueden ser de dos **tipos**:
  - Negativas.** Se dan cuando una acción amenaza o **compromete** el cumplimiento de las metas de otros agentes.
  - Positivas.** Se dan cuando la acción **favorece** el cumplimiento de las metas de otros agentes.
- ▶ Las situaciones de interacción **cooperativas** de Ferber pueden verse como **interferencias positivas**; y las **antagónicas** pueden verse como **interferencias negativas**.



# Dependencia

- ▶ La dependencia se define como un caso de **interferencia fuerte**, donde un agente **no puede** satisfacer sus metas porque **necesita** una acción o recurso controlados por otro agente.
- ▶ Se define en términos de **habilidades** y **recursos**.



Universidad Veracruzana

# Respuestas a la interferencia

- ▶ Desde su perspectiva, un agente  $ag_1$  tiene dos **alternativas** al confrontar situaciones de interferencia y dependencia con  $ag_2$ :
  - ▶ **Adaptar su comportamiento** al comportamiento del agente  $ag_2$ , con el fin de explotar las acciones de  $ag_2$  o para evitar interferencias negativas con este agente;
  - ▶ Tratar de **cambiar el comportamiento de  $ag_2$**  induciéndolo a actuar de la manera deseada o a que abandone el comportamiento pernicioso.
- ▶ Estas alternativas definen las **acciones sociales elementales**.



Universidad Veracruzana

# Acciones sociales elementales

Interferencia	Adaptarse	Adaptar al otro
Negativa	$ag_1$ modifica su plan para evitar interferencia.	$ag_1$ induce a $ag_2$ a evitar la interferencia.
Positiva	$ag_1$ modifica su plan incluyendo una acción de $ag_2$ .	$ag_1$ induce a $ag_2$ a perseguir la meta de $ag_1$ .



# Coordinación pura

- ▶ Un agente  $ag_1$  adapta su comportamiento con el comportamiento observado o predicho de otros agentes, **ignorando la posibilidad de cambiar** el comportamiento de esos agentes.
- ▶ Sin influencia, ni comunicación.



Universidad Veracruzana

# Coordinación reactiva vs anticipada

- ▶ Con respecto al **momento** en que se da, la coordinación pura puede ser:

**Reactiva.** El agente usa directamente su percepción para identificar obstáculos, oportunidades y la reacción adecuada a ellos.

**Anticipada.** El agente se basa en el aprendizaje o la inferencia, requiriendo de un modelo del medio ambiente.



# Coordinación positiva vs negativa

- ▶ Con respecto a su **objetivo**, la coordinación pura puede ser:
  - Negativa.** O de evitación, cuando se debe a interferencias negativas y se orienta a **evitar un daño** u obstáculo.
  - Positiva.** O explotación, cuando los agentes llevan a cabo **delegación**, lo que implica cambiar sus planes, asignando parte de ellos a otro agente para sacar provecho de una situación social favorable.



# Coordinación egoísta vs colaboración

- ▶ Con respecto a su **motivación**, la coordinación pura puede ser:
  - Egoísta.** O ego-céntrica, cuando un agente  $ag_1$  trata de satisfacer sus propias metas ante la presencia de otros agentes.
  - Colaborativa.** Cuando el agente  $ag_1$  adapta su comportamiento para favorecer a otros agentes.
- ▶ La coordinación colaborativa constituye una acción social fuerte, es guiada por una **meta social**: que el otro agente logre la meta de  $ag_1$  implica ayuda activa o pasiva.



Universidad Veracruzana

# Coordinación unilateral, bilateral y mutua

- ▶ Con respecto al **nivel de atención** de los agentes, al coordinación pura puede ser:

**Unilateral.** Si **sólo**  $ag_1$  está coordinando su comportamiento con el del agente  $ag_2$ .

**Bilateral.** Si el agente  $ag_2$  esté haciendo **lo mismo**.

**Mutua.** Si **ambos** agentes conocen que están coordinados y tratan de llegar a algún acuerdo. Se requiere alguna forma de **coordinación** de colaboración.



Universidad Veracruzana

# Delegación

- ▶ Un agente  $ag_1$  necesita de, o le gustaría incluir, una acción del conjunto de habilidades de  $ag_2$  en su propio plan.
- ▶ Se debe a la dependencia: el agente  $ag_1$  para poder satisfacer una meta que no puede cumplir por si mismo, delega la acción al agente  $ag_2$ , que puede y desea ejecutar esa acción.
- ▶ De alguna manera, el agente  $ag_1$  confía en el agente  $ag_2$ , lo que significa que el planea lograr una meta a través de la acción del agente  $ag_2$ .
- ▶ Si el agente  $ag_1$  tiene conocimiento de las acciones del agente  $ag_2$ , estará delegando tareas útiles para él.



# Confianza (de $ag_1$ en $ag_2$ )

- ▶ El agente  $ag_1$  **cree** que el agente  $ag_2$  **puede** y **desea** hacer una acción dada;
- ▶ El agente  $ag_1$  tiene la **meta** de que el agente  $ag_2$  **haga** esa acción; y
- ▶ El agente  $ag_1$  **confía** en el agente  $ag_2$ , **absteniéndose** de ejecutar la acción delegada y **coordinando** su comportamiento con el comportamiento esperado del agente  $ag_2$ .



# Delegación unilateral, por inducción y por aceptación

- ▶ Con respecto a la **nivel de atención** de los agentes, la delegación puede ser:

**Débil unilateral.** *No hay conocimiento bilateral de la delegación, ni acuerdo alguno.*

**Por inducción.** Una forma fuerte de delegación donde  $ag_1$  *provoca*, o induce, el comportamiento de  $ag_2$  para explotarlo.

**Por aceptación.** Una forma fuerte de delegación donde  $ag_2$  *conoce la intención* de  $ag_1$  de explotar su acción.



Universidad Veracruzana

# Delegación ejecutiva, abierta, de dominio y planeación

- ▶ Con respecto a la **especificación** de la tarea delegada, la delegación puede ser:

**Ejecutiva pura.** La tarea se especifica **completamente**.

**Abierta.** La tarea delegada se especifica **mínimamente**.

**De dominio.** Un agente puede delegar tareas que se relacionan con el **dominio del problema**.

**De planeación.** Así como meta-acciones relacionadas con tareas de **planeación**.

- ▶ La delegación ejecutiva pura no implica la **programación** del agente al que se le delega la tarea.
- ▶ Entre la delegación ejecutiva pura y la abierta hay un continuo.



# Delegación cognitiva

- ▶ En la delegación  $ag_1$  tiene la **meta** de que  $ag_2$  lleve a cabo una **acción** dada que necesita incluir en su plan.
- ▶ Si  $ag_2$  es un agente **cognitivo**, entonces  $ag_1$  también tiene la **meta** de que  $ag_2$  **intente** llevar a cabo esa acción.
- ▶ ¡ $ag_1$  adopta la **postura Intencional** sobre  $ag_2$ !
- ▶ Las acciones sociales fuertes están caracterizadas por una **meta social**, i.e., dirigida a otro agente.
- ▶ Consideraciones: **benevolencia**, **poder**.



Universidad Veracruzana

# Adopción social de metas

- ▶ La mente del agente  $ag_2$  **cambia** al adquirir una **nueva meta**, o al menos una nueva razón para una meta que existía previamente.
- ▶ La **razón** para esta nueva meta es que  $ag_1$  quiere **satisfacerla**.
- ▶ El agente  $ag_2$  **conoce** esto y decide hacer, o dejar que el otro agente haga, que la meta se cumpla.
- ▶ El agente  $ag_2$  adquiere la misma meta que el agente  $ag_1$  porque **sabe** que se trata de una meta del agente  $ag_1$ .



# Adopción social de metas vs imitación

- ▶ No debemos confundir esta adopción con la **imitación**, una forma de **aprendizaje social** bajo la forma de acción social unilateral.
- ▶ Cuando  $ag_2$  imita a  $ag_1$  **no intenta** que  $ag_1$  vea cumplida su meta  $\gamma$ ; solo quiere resolver  $\gamma'$  que es igual o similar a  $\gamma$ .



Universidad Veracruzana

# Conformidad

- ▶ La **adhesión de metas** o conformidad es la forma más fuerte de adopción social de metas.
- ▶ Ocurre cuando la adopción se da debido a una **petición**.
- ▶ La **delegación fuerte** es una condición para la conformidad.



# Motivación

- ▶ La **motivación** tras la adopción social de metas puede ser:
  - Benevolente.** Piedad, altruismo, amor, amistad, etc.
  - Instrumental.** Alimentar a mi cena, digo a mi pollo.
  - Cooperativa.** Me interesan los resultados del otro.



Universidad Veracruzana

# Niveles de adopción de metas I

- ▶ Con respecto al **nivel de ayuda** ofrecido al aceptar la delegación, ésta puede ser:
  - Literal.**  $ag_2$  adopta **exactamente** lo delegado por  $ag_1$ .
  - Sobre ayuda.**  $ag_2$  va **más allá** de lo delegado por  $ag_1$ , pero sin cambiar el plan de  $ag_1$ .
  - Crítica.**  $ag_2$  satisface los resultados relevantes de la acción o el plan solicitado, pero lo **modifica**.
  - Sobre crítica.**  $ag_2$  lleva acabo una **sobre ayuda, modificando** el plan del agente  $ag_1$ .



# Niveles de adopción de metas II

**Hiper-crítica.**  $ag_2$  adopta la meta o los intereses de  $ag_1$  que el mismo agente  $ag_1$  no ha considerado. Al hacer esto, el agente  $ag_2$  **no lleva acabo** la acción o plan solicitado que le fueron delegados.



# Compromiso social

- ▶ La **meta** del agente  $ag_1$  (miembro del grupo) acerca de la **intención** del agente  $ag_2$  de hacer una tarea o acción dada  $a$  (delegación);
- ▶ La **creencia** del agente  $ag_1$  de que  $ag_2$  es **capaz** y tendrá la **oportunidad** de hacer  $a$ .
- ▶ El **compromiso social** del agente  $ag_2$  con el agente  $ag_1$  para  $a$ , el cual es una forma de **adopción de metas** o una mejor adhesión.



# Estructuras sociales

1. La **interdependencia** y la estructura de **poder**;
2. La estructura de **conocidos**, que emerge de la unión de todos los conocidos de cada agente;
3. La estructura de **comunicación** (la red global de los posibles canales de comunicación directos o indirectos);
4. La estructura de **compromiso**, que emerge de todas las relaciones de delegación-adopción y la formación de coaliciones;
5. La estructura **organizacional** determinada y preestablecida de reglas y normas sobre acción e interacción.



Universidad Veracruzana

# Referencias I

- [1] PE Agre y SJ Rosenschein. *Computational Theories of Interaction and Agency*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press, 1996.
- [2] C Castelfranchi. "Modelling Social Action for AI Agents". En: *Artificial Intelligence* 103.1998 (1998), págs. 157-182.
- [3] J Ferber. *Les Systèmes Multi-Agents: vers une intelligence collective*. Paris, France: InterEditions, 1995.
- [4] P Maes. "A bottom-up mechanism for behavior selection in an artificial creature". En: *Proceedings of the first international conference on simulation of adaptive behavior on From animals to animats*. Paris, France: MIT Press, 1990, págs. 238-246. ISBN: 0-262-63138-5.
- [5] M Minsky. *The Society of Mind*. New York, NY, USA: Simon y Schuster, 1986.
- [6] E Morin. *La Méthode: La Nature de la Nature*. Vol. 1. 27, rue Jacob. Paris, France.: Le Seuil, 1977.



Universidad Veracruzana