

Programmation orientée agents #7

Communication

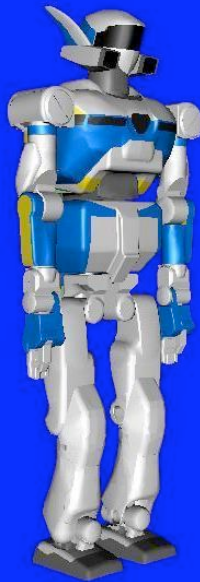
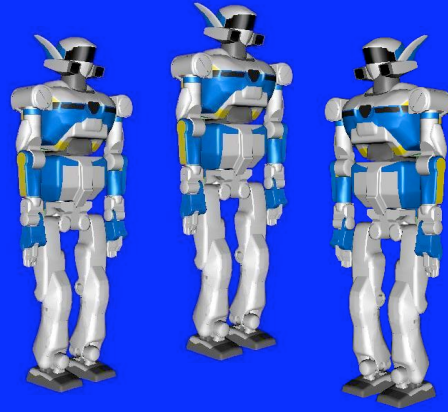
Tiberiu Stratulat

M1 S2 - Université de Montpellier II
Resp du module: J. Ferbet et T. Stratulat
FMIN207 - Parcours I2A - GL

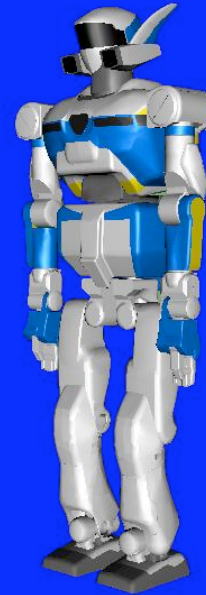
Interaction

- Notion centrale dans les SMA
- Mise en relation dynamique de deux ou plusieurs agents par le biais d'un ensemble d'actions réciproques
- Les effets des actions ont une influence sur le comportement futur des agents.
- Communication, cas particulier de l'interaction

Communication



i



j

Communication

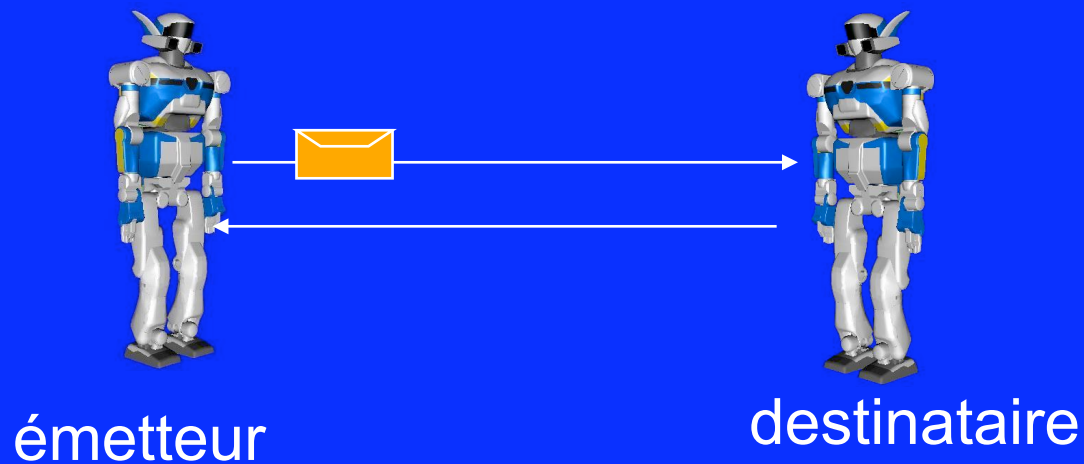
- Met en contact des individus parfois séparés
- Agrandit les capacités perceptives des agents (+ infos + savoir-faire)
- Indispensable à la coopération

Mode de communication

- Point à point
 - I : J, « Salut » I connaît J
- Broadcast
 - I : all, « Salut » I ne connaît pas le destinataire
 - I : {x, $d(I, x) < d$ }, « Salut »
 - On peut la réduire à une communication point à point en utilisant un broker

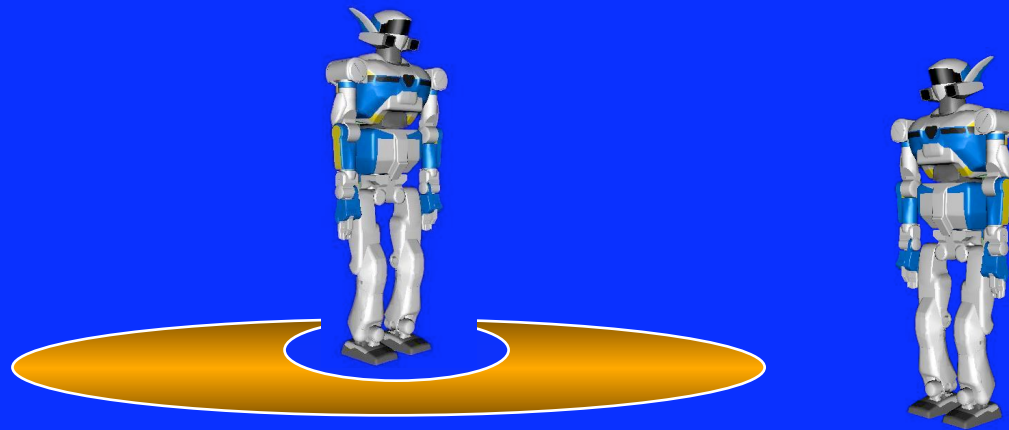
Types de communication

- Par envois des messages
 - Utilise un moyen de transport (courrier, email)
 - Adaptée au systèmes cognitifs



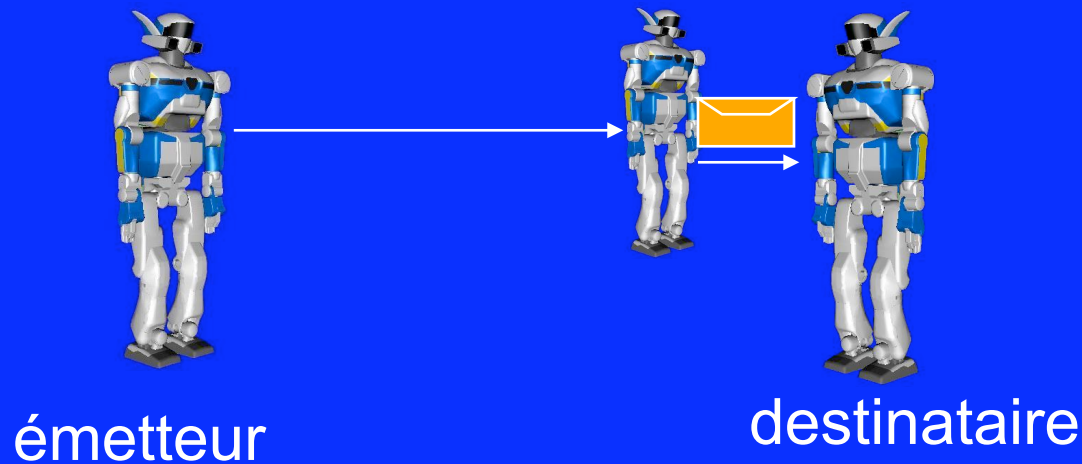
Types de communication

- Par diffusion d'un signal dans l'environnement
 - Dans les systèmes réactifs, elle résulte de la.
 - L'intensité du signal diminue avec la distance:
 $I(x) = I(x_0) / d(x, x_0)$

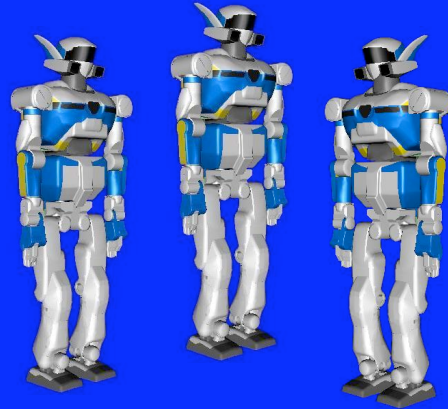


Types de communication

- Par messenger
 - An agent se déplace de l'émetteur vers le destinataire
 - Distinction entre le message émetteur-destinataire et la communication avec le messenger (low-level).



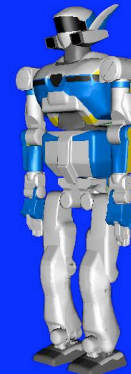
Interpretation



It rains



émetteur



destinataire

Interpretation



Interprétation

- Signification fixe: communication intentionnelle
 - Sémantique partagée par l'émetteur et le destinataire
 - Langage commun de communication
 - L'émetteur à l'intention du contenu du message.
- Signification relative au destinataire: communication contextuelle
 - Le destinataire donne le sens à la communication
 - Sans contenu intentionnel
 - Les communications sont des signaux.

Typologie

	Type de communication	Mode de communication	Type de transmission	Type d'Interprétation
Agents cognitifs	Envoi de message	Point à point ou broadcast	Direct	Intentionnel
	Messenger	Point à point ou broadcast	Messenger	Intentionnel mais dépend de messenger
Agents réactifs	Propagation signal	Broadcast	Propagation par l'environnement	Contextuelle

Communication systèmes distribuées

- Plusieurs couches
 - La couche logique est construite au dessus des services de bas niveau comme le transport (HTTP, TCP/IP, IIOP)
 - Basée sur des mécanismes assurant:
 - L'identification de l'émetteur
 - L'ordre des messages
 - La fiabilité du transport

Communication systèmes distribuées

- Types des échanges
 - Des échanges directs de messages:
 - Point à point ou diffusion
 - Synchrone / asynchrone
 - Désignation des agents
 - Des échanges par mémoire partagée
 - Tableaux noirs

Communication multi-agent

- L'agent génère et interprète le message
- Basée sur les états mentaux des agents: croyances, intentions, attitudes sociales (engagement, contrat)
- Langage de communication (ACL - Agent Communication Language)
 - Les agents doivent avoir des capacités à manipuler un langage commun

ACL

- Syntaxe: manière dont les symboles sont structurés.
- Sémantique: ce que le symbole signifie
- Pragmatique: manière dont les symboles sont interprétés et dont la communication et mise en œuvre

ACL

- Gestion des séquences de messages ou conversations entre agents.
 - Conventions, normes
 - Protocoles d'interaction

ACL

- Sources d'inspiration:
 - Linguistique, philosophie, psychologie cognitive, sociologie
 - IA
 - Théorie des actes de langage (*Speech Acts*): Austin, Searle, Vanderveken

Speech Acts

- Théorie liée à la pragmatique
- Austin: « Dire c'est faire »
 - Communiquer c'est pour satisfaire un but.

Speech Acts

- Aspects d'un acte de langage:
 - Locutoire: concerne le mode de production
 - Illocutoire: concerne l'intention de l'émetteur
 - Perlocutoire: concerne l'effet obtenu sur le destinataire
- Exemple: Alice dit à Bob « S'il te plait, ferme la porte »
 - Locutoire: Alice émet des sons
 - Illocutoire: Alice et Bob considère le contenu du message comme une commande ou ordre
 - Perlocutoire: Bob ferme la porte ou adopte l'intention de fermer la porte

Speech Acts

- Les différents types d'actes du langage
 - Assertifs : engage l'émetteur envers la vérité de la proposition exprimée (ex. informer)
 - Directifs : une tentative de l'émetteur afin que le récepteur exécute une action (ex. demander)
 - Commissifs : engage l'émetteur envers quelque chose (ex. promettre)
 - Expressifs : exprime un certain état psychologique (ex. remercier)
 - Déclaratifs : change l'état d'une institution (ex. déclarer la guerre)

ACL

- Langages de haut-niveau pour l'échange d'attitudes mentales, collaboration, négociation:
 - Inform, request, agree, understood, ...
 - KQML, FIPA-ACL
- Sémantique basée sur les états mentaux
- Utilisation des ontologies: vocabulaire commun avec des définitions précises relatives à un domaine:
 - whether-ontology, cinema-ontology, etc.

ACL vs RMI, RPC

- Les ACL manipulent des propositions, des règles, des actions au lieu d'objets simples sans sémantique associée
- Un message écrit en ACL exprime un état désiré plutôt qu'un appel de procédure ou de méthode.
- Les ACL s'appuient sur un protocole de communication de bas-niveau (HTTP, TCP/IP, IIOP, SMTP, ...)

FIPA = MAS Standards

- Foundation for Intelligent Physical Agents
- Une organisation de standardisation IEEE Computer Society pour les technologies orientées agents et leur interopérabilité avec d'autres technologies (e.g. OMG - SOA).
- www.fipa.org

FIPA - ACL

- Based on ARCOL [Sadek, 1991]
- ARTIMIS - France Telecom R&D
 - Human-machine interface in natural language
- Based on speech acts
- $\langle i, \text{INFORM}(j, p) \rangle$
 - Informally: agent i informs j that proposition p is true

Syntaxe

- Définition d'une syntaxe à trois niveaux:
 - Communication
 - Message
 - Contenu

FIPA - inform

```
(inform % message
  :sender i % communication
  :receiver j % communication
  :content "weather(today, raining)"
  :language Prolog % message
  :ontology society % message
  :in-reply to quest23 % communication
  :reply-with infwe45 % communication
)
```

Semantic Language

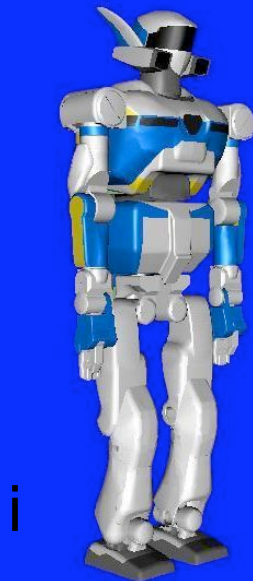
- The semantics are expressed by means of the:
 - **rational effect (RE)**: the reason for which the act is selected
 - **feasibility preconditions (FPs)**: the conditions that have to be satisfied for the act to be planned.

FIPA - inform

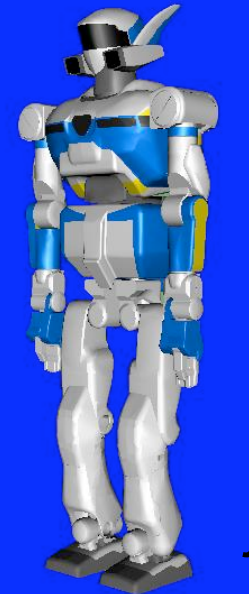
- The associated performance conditions are:
 - i believes that p
 - i believes that j does not believe p
 - i has the intention to believe that p

FIPA - inform(i, j, α)

$B_i \alpha \wedge \neg B_i (U_{if_j} \alpha \wedge B_{if_j} \alpha)$
 $\wedge I_i B_j \alpha$



It rains



FIPA - inform(i, j, α)



Notation

- A communicative act (CA) model will be presented as follows:

$\langle i, \text{act} (j, C) \rangle$

FP: p_1

RE: p_2

where i is the agent of the act, j the recipient, act the name of the act, C stands for the semantic content or propositional content, and p_1 and p_2 are propositions. (see FIPA)

FIPA - ACL

- ARCOL makes use of the SCL language for semantic contents and the SL language for the semantics of communicative acts.
- The SL expressions for performatives can also contain SCL expressions, since the semantic contents appear in the semantic definitions of the communicative acts.
- SL also allows for the expression of mental attitudes. The modal operators B (uses a KD45 model), U and C are used to represent belief, uncertainty and choice (analogous to desire) respectively

Semantic Language

- *Feasible*(a, p): action a can take place and if it does proposition p will be true after that.
- *Done*(a, p): action a has just taken place and proposition p was true before that (if the second parameter is absent it is assumed to be “true”).
- *Agent*(i, a): i denotes the only agent of the events appearing in action expression a.
- *Possible*(ϕ) is an abbreviation for $(\exists a)Feasible(a, \phi)$.

SL - Properties

Property 1: This gives the agent the capability to plan an act to achieve its RE. If p is the RE that the agent i intends to achieve, then i will intend to do some action a_k which might achieve this act:

$$I_i p \Rightarrow I_i \text{Done}(a_1 \mid \dots \mid a_n, \text{true})$$

where a_1, \dots, a_n are *all* the acts of type a_k . Where the acts a_k satisfy the following conditions:

- $(\exists x) B_i a_k = x$ i.e. acts of type a_k exist
- p is the RE of a_k
- $\neg C_i \text{Possible}(\text{Done}(a_k, \text{true}))$ i.e. i does not desire that a_k is impossible. “

SL - Properties

Property 2: This forces an agent to check the FP's for an act it is intending to perform:

$$I_i \text{ Done}(a) \Rightarrow B_i \text{ Feasible}(a) \vee I_i B_i \text{ Feasible}(a)$$

i.e. if *i* intends to perform *a* then either it already believes it is feasible or it will intend to believe it is feasible.

SL - Properties

Property 3: If an agent intends to perform a communicative act then it intends to bring about the rational effect of the act.

$$I = I_i \text{ Done } (a) \Rightarrow I_i \text{ RE } (a)$$

where $RE(a)$ denotes the rational effect of act a .

SL - Properties

Property 4: When an agent observes a communicative act, it should believe that the agent performing the act intends (to make public its intention) to achieve the rational effect of the act. This is called the *intentional effect*.

$$\models B_i (Done (a) \wedge Agent (j, a) \Rightarrow I_j B_i I_j RE (a))$$

SL - Properties

Property 5: Some FPs persist after the corresponding act has been performed. For the particular case of CAs, the next property is valid for all the FPs which do not refer to time. In such cases, when an agent observes a given CA, it is entitled to believe that the persistent feasibility preconditions hold:

$$I = B_i (\textit{Done} (a) \Rightarrow \textit{FP}(a))$$

FIPA Communicative Acts

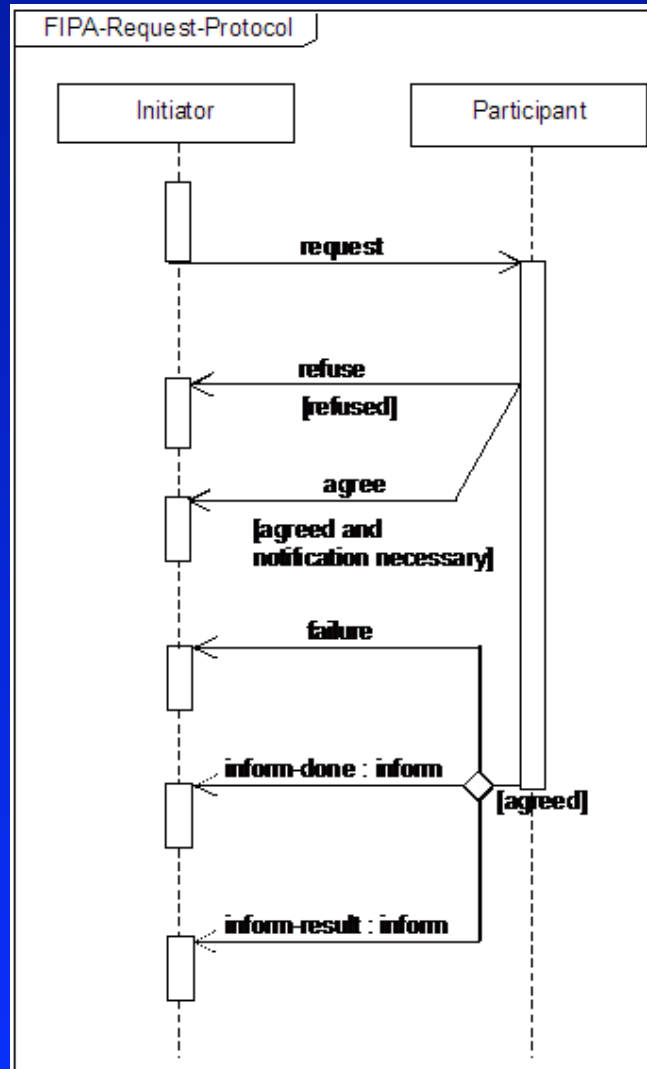
- Accept Proposal
- Agree
- Cancel
- Call for Proposal
- Confirm
- Disconfirm
- Failure
- Inform
- InformIf
- Inform Ref
- Not Understood
- Propagate
- Propose
- Proxy
- QueryIf
- Query Ref
- Refuse
- Reject Proposal
- Request
- Request When
- Request Whenever
- Subscribe

FIPA Interaction Protocols

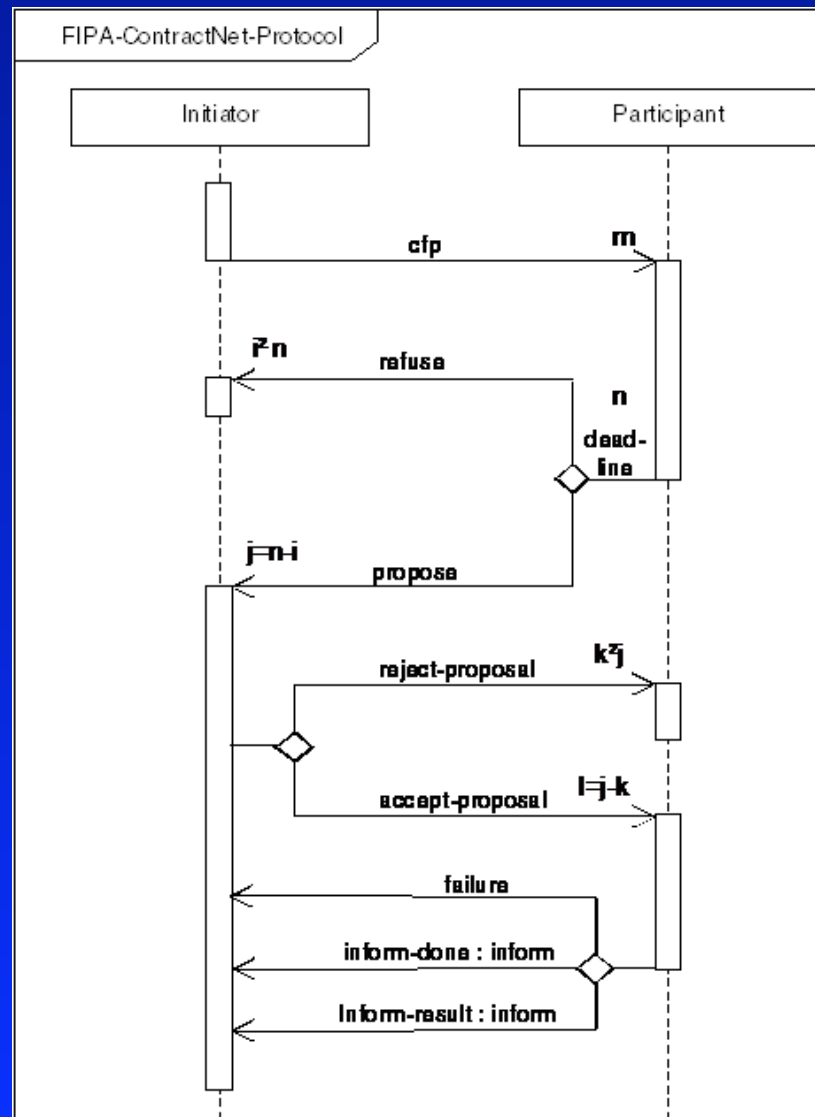
- Notation: AUML
- Sémantique:
 - Une description de protocole représente un schéma d'interaction, ensemble de messages échangés entre différents rôles d'agents
- Protocoles:
 - fipa-query: le récepteur est demandé d'exécuter un acte informatif
 - fipa-request: le récepteur est demandé d'exécuter un action

Ex: (request :sender A :receiver B :content (some act)
:protocol fipa-request)

FIPA Request Protocol



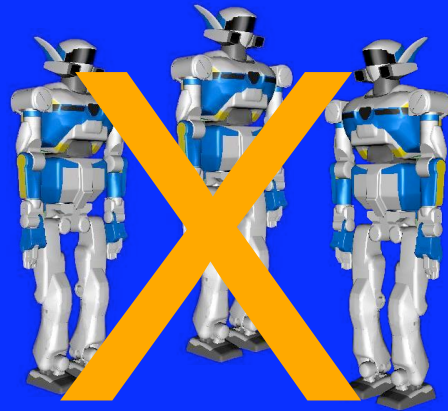
FIPA Contract Net Protocol



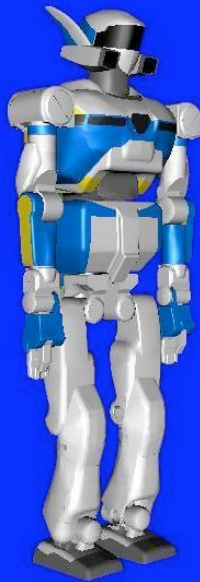
FIPA – critics

- Difficult to know the internal state of an agent
 - Strong hypothesis: sincerity condition
- Communication only between two agents
 - No third observer or witness allowed
 - Difficult to verify
- Interaction only through communication
 - No common and shared environment
- Exhaustive description of the interaction
 - No modularity, high complexity

FIPA

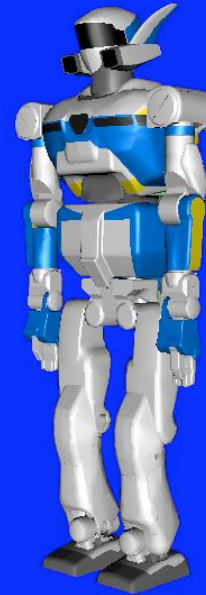


$B_i \alpha \wedge \neg B_i (U_i f_j \alpha \wedge B_i f_j \alpha)$
 $\wedge I_i B_j \alpha$

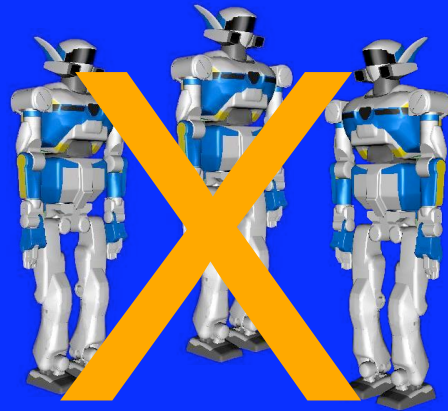


It rains

?

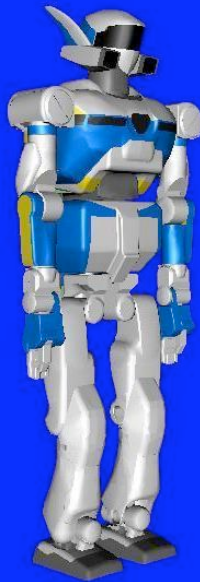


FIPA

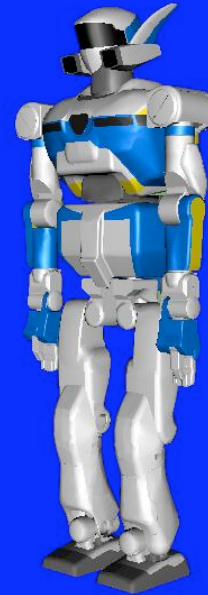


B_j^α

It rains

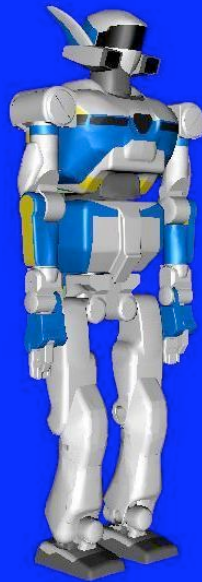
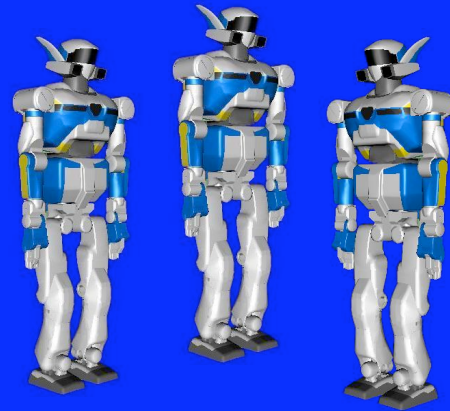


i



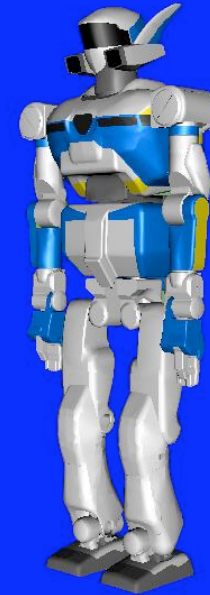
j

Commitments



It rains

$\text{Commit}_{ij}\alpha$



Commitments

- Social aspects of communicative actions
 - [Habermas84], [Castelfranchi95], [Singh98]
- Habermas:
 - “*The essential presupposition for the success of an illocutionary act consists in the speaker’s entering into a specific engagement, so that the hearer can rely on him.*”

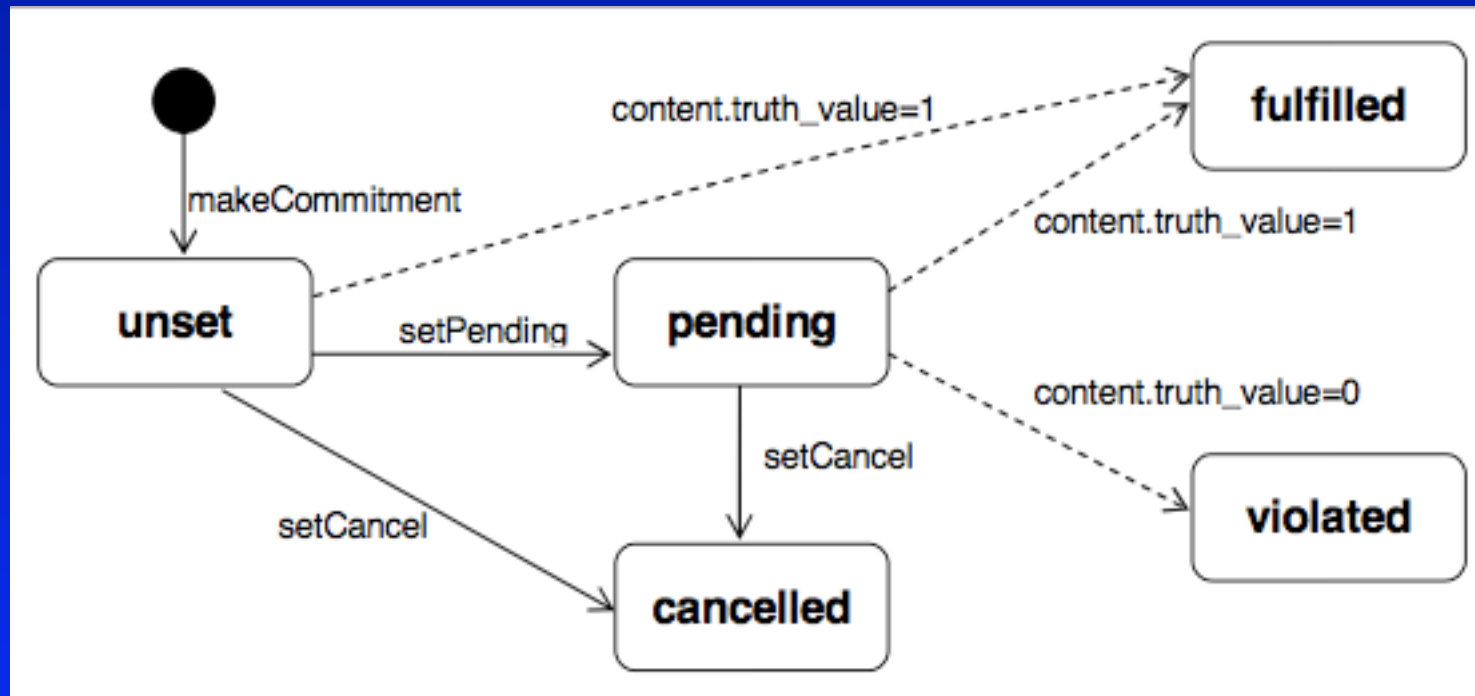
Commitments

- [FornaraColombetti03]

```
commit(state, debtor, creditor, content)
```

Where `state` keeps track of the dynamic evolution of a commitment: `unset`, `cancelled`, `pending`, `fulfilled`, `violated`

Commitments - lifecycle



Commitments - institutional actions

- Institutional actions operate on commitments:
 - `makeCommitment(debtor, creditor, content)`
 - `setCancel(debtor, creditor, content)`
 - `setPending(debtor, creditor, content)`
 - `makePendingCommitment(debtor, creditor, content)`
- Authorizations on institutional actions:
 - `Auth(Comm(debtor, creditor, content).debtor, setPending(debtor, creditor, content), true);`

Commitments - inform

- name: `Inform(sender, receiver, content)`
- pre: `makePendingComm(sender, receiver, content).precondition` and `content.expressionType = "proposition"`
- post: `makePendingComm(sender, receiver, content).postcondition`

Commitments - request

- `name: Request(sender, receiver, content)`
- `pre: makeCommitment(receiver, sender, content).precondition and content.expressionType = "action"`
- `post: makeCommitment(receiver, sender, content).postcondition`