

Modélisation logique d'agents émotionnels pour l'intelligence ambiante

Carole Adam Fabrice Evrard Benoit Gaudou Andreas Herzig
Dominique Longin

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse – LILaC

<mailto:{adam,evrard,gaudou,herzig,longin}@irit.fr>

www.irit.fr/LILaC/

JFSMA'O6, Annecy, 18-20 Septembre 2006

Intelligence Ambiante

- Interfaces intelligentes enfouies dans les objets du quotidien

Propriétés d'un Système d'Intelligence Ambiante

- Possibilité d'adaptation aux besoins spécifiques de chaque utilisateur
 - Réponse intelligente à des commandes en langage naturel
 - Capacité à engager un dialogue avec l'utilisateur
 - Non intrusivité, invisibilité pour l'utilisateur
-
- Importance de la compréhension des émotions de l'utilisateur pour répondre à ses attentes

Problématique

- Définir un cadre formel pour des agents émotionnels basé sur les logiques BDI
 - fondées sur la philosophie de l'action (Bratman)
 - cadre largement répandu
 - fort pouvoir explicatif du comportement de l'agent
 - cadre théorique rigoureux
- Étendre les logiques BDI avec des opérateurs *Like* et *Dislike* pour permettre d'exprimer les émotions

Plan

1 Représentations psychologiques des émotions

2 Modèle logique des émotions

3 Étude de cas

4 Conclusion

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion

Représentations psychologiques des émotions

Approches évolutionnistes (*Ekman ; Darwin*)

- Émotions universelles innées reconnues d'après les expressions faciales



colère

peur

surprise

dégoût

joie

tristesse

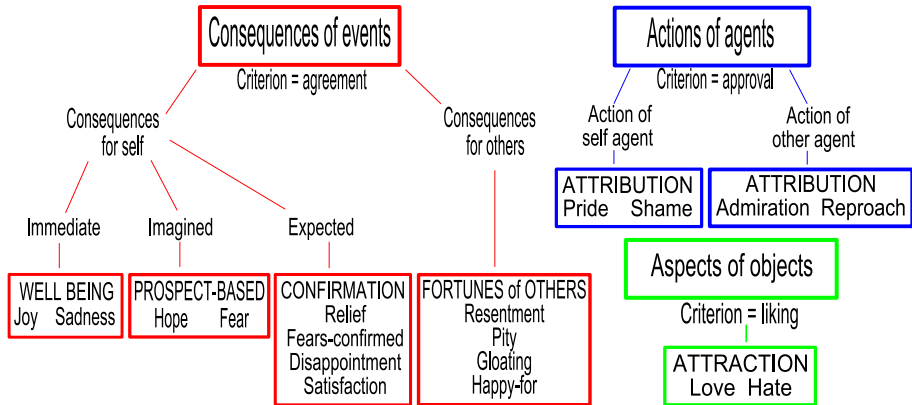
Représentations psychologiques des émotions

Approches cognitives (*Lazarus ; Ortony, Clore et Collins*)

- Une émotion résulte de l'évaluation (*appraisal*) d'un stimulus
- Exemples de critères d'évaluation
 - Nouveauté
 - Dangersité
 - Prévisibilité
 - Agréabilité
 - ...
- La typologie OCC (*Ortony, Clore et Collins, 1988*)

Stimulus	Critère d' <i>appraisal</i> principal
Événement	Agréabilité (conformité avec les buts)
Action d'un agent	Approbation (respect des normes et standards)
Objet	Attraction (correspondance avec les goûts)

La typologie OCC



Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions**
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion

Cadre logique

Cadre logique basé sur :

- la logique modale de la croyance, du choix, du temps et de l'action de [Herzig et Longin 2004]
- l'opérateur modal de probabilité [Herzig 2003]

Aperçu des opérateurs modaux :

- Attitudes mentales
 - Croyances : $Bel_i \varphi$ et $Prob_i \varphi$
 - Choix : $Choice_i \varphi$
 - Préférences : $Like_i \varphi$ et $Dislike_i \varphi$
- Action : $After_\alpha \varphi$ et $Before_\alpha \varphi$
- Time : $X\varphi$ et $X^{-1}\varphi$

Abréviations

Agréabilité

$$\text{Pleasant}_i A \stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Dislike}_i A \wedge \text{Like}_i A) \vee \\ (\neg \text{Dislike}_i A \wedge X^{-1} \text{Choice}_i XA \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}_i XA)$$

$$\text{Unpleasant}_i A \stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Like}_i A \wedge \text{Dislike}_i A) \vee \\ (\neg \text{Like}_i A \wedge X^{-1} \text{Choice}_i X\neg A \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}_i X\neg A)$$

Probabilité

$$\text{Expect}_i A \stackrel{\text{def}}{=} \text{Prob}_i A$$

$$\text{Envisage}_i A \stackrel{\text{def}}{=} \neg \text{Bel}_i \neg A$$

Abréviations

Agréabilité

$$\text{Pleasant}_i A \stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Dislike}_i A \wedge \text{Like}_i A) \vee \\ (\neg \text{Dislike}_i A \wedge X^{-1} \text{Choice}_i XA \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}_i XA)$$

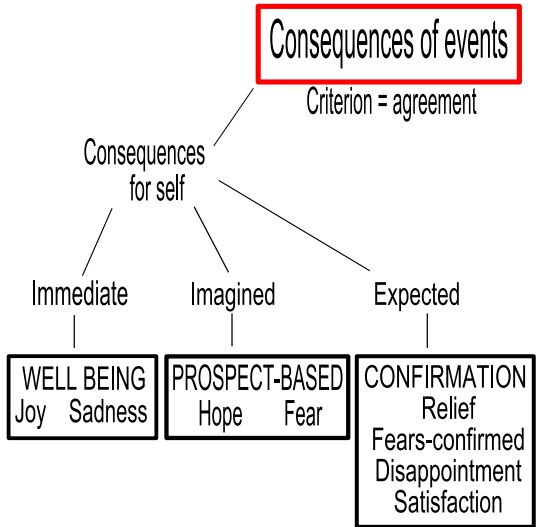
$$\text{Unpleasant}_i A \stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Like}_i A \wedge \text{Dislike}_i A) \vee \\ (\neg \text{Like}_i A \wedge X^{-1} \text{Choice}_i X\neg A \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}_i X\neg A)$$

Probabilité

$$\text{Expect}_i A \stackrel{\text{def}}{=} \text{Prob}_i A$$

$$\text{Envisage}_i A \stackrel{\text{def}}{=} \neg \text{Bel}_i \neg A$$

Émotions déclenchées par un événement



Émotions

Émotions de bien-être

- $Joy; A \stackrel{def}{=} Bel; A \wedge Pleasant; A$
- $Sadness; A \stackrel{def}{=} Bel; A \wedge Unpleasant; A$

Émotions basées sur une perspective

- $Hope; A \stackrel{def}{=} Expect; \neg A \wedge Pleasant; A \wedge Envisage; A$
- $Fear; A \stackrel{def}{=} Expect; \neg A \wedge Unpleasant; A \wedge Envisage; A$

Émotions

Émotions de bien-être

- $Joy_i A \stackrel{def}{=} Bel_i A \wedge Pleasant_i A$
- $Sadness_i A \stackrel{def}{=} Bel_i A \wedge Unpleasant_i A$

Émotions basées sur une perspective

- $Hope_i A \stackrel{def}{=} Expect_i \neg A \wedge Pleasant_i A \wedge Envisage_i A$
- $Fear_i A \stackrel{def}{=} Expect_i \neg A \wedge Unpleasant_i A \wedge Envisage_i A$

Émotions

Émotions de confirmation

- $Satisfaction_i A \stackrel{def}{=} Bel_i A \wedge X^{-1} Hope_i A$
- $FearConfirmed_i A \stackrel{def}{=} Bel_i A \wedge X^{-1} Fear_i A$
- $Relief_i \neg A \stackrel{def}{=} Bel_i \neg A \wedge X^{-1} Fear_i A$
- $Disappointment_i \neg A \stackrel{def}{=} Bel_i \neg A \wedge X^{-1} Hope_i A$

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas**
- 4 Conclusion

Architecture logique de l'agent

- Théorie logique initiale de l'agent :
 - Base de connaissances initiales
 - CF : Connaissances factuelles
il fait beau
 - CE : Connaissances épistémiques
l'utilisateur ne sait pas qu'il fait beau
 - Axiomes non-logiques globaux
 - CC : Connaissances comportementales
Si l'utilisateur claque la porte c'est sans doute parce qu'il est en colère
- Le modèle de l'utilisateur : $MU \subseteq CF \cup CE \cup CC$

Cas d'utilisation du modèle émotionnel par l'agent

- Cas C1 : se mettre à la place de l'utilisateur pour calculer l'émotion déclenchée chez lui par un événement
- Case C2 : anticiper l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur
 - (C2a) afin de choisir une action qui induit une émotion donnée
 - (C2b) afin de choisir l'action à exécuter parmi plusieurs ayant les mêmes effets non émotionnels
- Case C3 : pour comprendre les causes d'une émotion détectée chez l'utilisateur en observant son comportement
 - (C3a) directement, sans hypothèse
 - (C3b) en inférant des hypothèses

Cas d'utilisation du modèle émotionnel par l'agent

- Cas C1 : se mettre à la place de l'utilisateur pour calculer l'émotion déclenchée chez lui par un événement
- Case C2 : anticiper l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur
 - (C2a) afin de choisir une action qui induit une émotion donnée
 - (C2b) afin de choisir l'action à exécuter parmi plusieurs ayant les mêmes effets non émotionnels
- Case C3 : pour comprendre les causes d'une émotion détectée chez l'utilisateur en observant son comportement
 - (C3a) directement, sans hypothèse
 - (C3b) en inférant des hypothèses

Cas d'utilisation du modèle émotionnel par l'agent

- Cas C1 : se mettre à la place de l'utilisateur pour calculer l'émotion déclenchée chez lui par un événement
- Case C2 : anticiper l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur
 - (C2a) afin de choisir une action qui induit une émotion donnée
 - (C2b) afin de choisir l'action à exécuter parmi plusieurs ayant les mêmes effets non émotionnels
- Case C3 : pour comprendre les causes d'une émotion détectée chez l'utilisateur en observant son comportement
 - (C3a) directement, sans hypothèse
 - (C3b) en inférant des hypothèses

Case C1 : évaluation d'un événement extérieur du point de vue de l'utilisateur

- m croit que u croit qu'il fait beau
 - $Bel_m Bel_u sunny$
- m croit que u aime qu'il fasse beau
 - $Bel_m Pleasant_u sunny$
- Donc par définition m croit que u éprouve de la joie parce qu'il fait beau
 - $Bel_m Joy_u sunny$

Case C1 : évaluation d'un événement extérieur du point de vue de l'utilisateur

- m croit que u croit qu'il fait beau
 - $Bel_m Bel_u sunny$
- m croit que u aime qu'il fasse beau
 - $Bel_m Pleasant_u sunny$
- Donc par définition m croit que u éprouve de la joie parce qu'il fait beau
 - $Bel_m Joy_u sunny$

Case C1 : évaluation d'un événement extérieur du point de vue de l'utilisateur

- m croit que u croit qu'il fait beau
 - $Bel_m Bel_u sunny$
- m croit que u aime qu'il fasse beau
 - $Bel_m Pleasant_u sunny$
- Donc par définition m croit que u éprouve de la joie parce qu'il fait beau
 - $Bel_m Joy_u sunny$

Case C2: évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(a) pour induire une certaine émotion chez l'utilisateur

- m croit que u est triste parce qu'il pleut
 - $Bel_m Sadness_u raining$
- m veut que u soit joyeux
- m évalue l'effet émotionnel sur u de ces actions possibles et en choisit une qui déclenche de la joie
 - informer u dès qu'il ne pleut plus
 - attirer l'attention de u sur un sujet plaisant
 - ou d'autres stratégies de *coping*

Case C2: évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(a) pour induire une certaine émotion chez l'utilisateur

- m croit que u est triste parce qu'il pleut
 - $Bel_m Sadness_u raining$
- m veut que u soit joyeux
- m évalue l'effet émotionnel sur u de ces actions possibles et en choisit une qui déclenche de la joie
 - informer u dès qu'il ne pleut plus
 - attirer l'attention de u sur un sujet plaisant
 - ou d'autres stratégies de *coping*

Case C2: évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(a) pour induire une certaine émotion chez l'utilisateur

- m croit que u est triste parce qu'il pleut
 - $Bel_m Sadness_u raining$
- m veut que u soit joyeux
- m évalue l'effet émotionnel sur u de ces actions possibles et en choisit une qui déclenche de la joie
 - informer u dès qu'il ne pleut plus
 - attirer l'attention de u sur un sujet plaisant
 - ou d'autres stratégies de *coping*

Case C2 : évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(b) pour déterminer la meilleure action pour atteindre un but

- m a pour but de permettre à u de jouer aux échecs, i.e. de lui trouver un adversaire
- m a plusieurs actions possibles : inviter Jean ou inviter Pierre.
- m sait que u aime que Pierre vienne jouer aux échecs avec lui
 - $Bel_m Pleasant_u pierrePlays$
- m peut en déduire l'effet émotionnel potentiel sur u de ses deux actions :
 - de la joie si m invite Pierre
 - aucune émotion si m invite Jean
- m choisit donc d'inviter Pierre.

Case C2 : évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(b) pour déterminer la meilleure action pour atteindre un but

- m a pour but de permettre à u de jouer aux échecs, i.e. de lui trouver un adversaire
- m a plusieurs actions possibles : inviter Jean ou inviter Pierre.
- m sait que u aime que Pierre vienne jouer aux échecs avec lui
 - $Bel_m Pleasant_u pierrePlays$
- m peut en déduire l'effet émotionnel potentiel sur u de ses deux actions :
 - de la joie si m invite Pierre
 - aucune émotion si m invite Jean
- m choisit donc d'inviter Pierre.

Case C2 : évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(b) pour déterminer la meilleure action pour atteindre un but

- m a pour but de permettre à u de jouer aux échecs, i.e. de lui trouver un adversaire
- m a plusieurs actions possibles : inviter Jean ou inviter Pierre.
- m sait que u aime que Pierre vienne jouer aux échecs avec lui
 - $Bel_m Pleasant_u pierrePlays$
- m peut en déduire l'effet émotionnel potentiel sur u de ses deux actions :
 - de la joie si m invite Pierre
 - aucune émotion si m invite Jean
- m choisit donc d'inviter Pierre.

Case C2 : évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(b) pour déterminer la meilleure action pour atteindre un but

- m a pour but de permettre à u de jouer aux échecs, i.e. de lui trouver un adversaire
- m a plusieurs actions possibles : inviter Jean ou inviter Pierre.
- m sait que u aime que Pierre vienne jouer aux échecs avec lui
 - $Bel_m Pleasant_u pierrePlays$
- m peut en déduire l'effet émotionnel potentiel sur u de ses deux actions :
 - de la joie si m invite Pierre
 - aucune émotion si m invite Jean
- m choisit donc d'inviter Pierre.

Case C2 : évaluation a priori de l'effet émotionnel d'une action de l'agent sur l'utilisateur

(b) pour déterminer la meilleure action pour atteindre un but

- m a pour but de permettre à u de jouer aux échecs, i.e. de lui trouver un adversaire
- m a plusieurs actions possibles : inviter Jean ou inviter Pierre.
- m sait que u aime que Pierre vienne jouer aux échecs avec lui
 - $Bel_m Pleasant_u pierrePlays$
- m peut en déduire l'effet émotionnel potentiel sur u de ses deux actions :
 - de la joie si m invite Pierre
 - aucune émotion si m invite Jean
- m choisit donc d'inviter Pierre.

Case C3: observation d'une émotion

(a) explication possible connue

- m observe que u est stressé
- m recherche dans son modèle de u des informations expliquant ce stress
 - u doit faire un exposé ce matin : $Bel_m Bel_u presentation$
 - u a bien préparé son exposé, donc il s'attend à le réussir, mais envisage que ce ne soit pas le cas : $Bel_m (Expect_u reussir \wedge Envisage_u \neg reussir)$
 - il est désagréable pour u de ne pas réussir son exposé :
 $Bel_m Unpleasant_u \neg reussir$
- m peut déduire que u craint de ne pas réussir son exposé
 - $Bel_m Fear_u \neg reussir$
- Connaître l'origine du stress permet de lutter plus efficacement contre

Case C3: observation d'une émotion

(a) explication possible connue

- m observe que u est stressé
- m recherche dans son modèle de u des informations expliquant ce stress
 - u doit faire un exposé ce matin : $Bel_m Bel_u presentation$
 - u a bien préparé son exposé, donc il s'attend à le réussir, mais envisage que ce ne soit pas le cas : $Bel_m (Expect_u reussir \wedge Envisage_u \neg reussir)$
 - il est désagréable pour u de ne pas réussir son exposé :
 $Bel_m Unpleasant_u \neg reussir$
- m peut déduire que u craint de ne pas réussir son exposé
 - $Bel_m Fear_u \neg reussir$
- Connaître l'origine du stress permet de lutter plus efficacement contre

Case C3: observation d'une émotion

(a) explication possible connue

- m observe que u est stressé
- m recherche dans son modèle de u des informations expliquant ce stress
 - u doit faire un exposé ce matin : $Bel_m Bel_u presentation$
 - u a bien préparé son exposé, donc il s'attend à le réussir, mais envisage que ce ne soit pas le cas : $Bel_m (Expect_u reussir \wedge Envisage_u \neg reussir)$
 - il est désagréable pour u de ne pas réussir son exposé :
 $Bel_m Unpleasant_u \neg reussir$
- m peut déduire que u craint de ne pas réussir son exposé
 - $Bel_m Fear_u \neg reussir$
- Connaître l'origine du stress permet de lutter plus efficacement contre

Case C3: observation d'une émotion

(a) explication possible connue

- m observe que u est stressé
- m recherche dans son modèle de u des informations expliquant ce stress
 - u doit faire un exposé ce matin : $Bel_m Bel_u presentation$
 - u a bien préparé son exposé, donc il s'attend à le réussir, mais envisage que ce ne soit pas le cas : $Bel_m (Expect_u reussir \wedge Envisage_u \neg reussir)$
 - il est désagréable pour u de ne pas réussir son exposé :
 $Bel_m Unpleasant_u \neg reussir$
- m peut déduire que u craint de ne pas réussir son exposé
 - $Bel_m Fear_u \neg reussir$
- Connaître l'origine du stress permet de lutter plus efficacement contre

Case C3: observation d'une émotion

(b) formulation d'une hypothèse d'explication

- m observe que u est triste un soir en rentrant à la maison, mais m en ignore la raison
- m recherche des informations désagréables pour u que celui-ci aurait pu apprendre : $Bel_m Unpleasant_u A \wedge Bel_m Bellf_u A \wedge \neg Bellf_m A$
- m sait que
 - u a fait un exposé ce matin et sait s'il l'a réussi : $Bel_m Bellf_u reussir$
 - u préfère réussir son exposé :
 $Bel_m (Unpleasant_u \neg reussir \wedge Pleasant_u reussir)$
 - m ne sait pas si u a réussi son exposé : $\neg Bellf_m reussir$
- m peut faire deux hypothèses, et évaluer leurs conséquences émotionnelles :
 - si u a réussi son exposé il devrait être joyeux
 - si u n'a pas réussi son exposé il devrait être triste
- m compare cette évaluation à son observation et valide la deuxième hypothèse

Case C3: observation d'une émotion

(b) formulation d'une hypothèse d'explication

- m observe que u est triste un soir en rentrant à la maison, mais m en ignore la raison
- m recherche des informations désagréables pour u que celui-ci aurait pu apprendre : $Bel_m Unpleasant_u A \wedge Bel_m Bellf_u A \wedge \neg Bellf_m A$
- m sait que
 - u a fait un exposé ce matin et sait s'il l'a réussi : $Bel_m Bellf_u reussir$
 - u préfère réussir son exposé :
 $Bel_m (Unpleasant_u \neg reussir \wedge Pleasant_u reussir)$
 - m ne sait pas si u a réussi son exposé : $\neg Bellf_m reussir$
- m peut faire deux hypothèses, et évaluer leurs conséquences émotionnelles :
 - si u a réussi son exposé il devrait être joyeux
 - si u n'a pas réussi son exposé il devrait être triste
- m compare cette évaluation à son observation et valide la deuxième hypothèse

Case C3: observation d'une émotion

(b) formulation d'une hypothèse d'explication

- m observe que u est triste un soir en rentrant à la maison, mais m en ignore la raison
- m recherche des informations désagréables pour u que celui-ci aurait pu apprendre : $Bel_m Unpleasant_u A \wedge Bel_m Bellf_u A \wedge \neg Bellf_m A$
- m sait que
 - u a fait un exposé ce matin et sait s'il l'a réussi : $Bel_m Bellf_u reussir$
 - u préfère réussir son exposé :
 $Bel_m (Unpleasant_u \neg reussir \wedge Pleasant_u reussir)$
 - m ne sait pas si u a réussi son exposé : $\neg Bellf_m reussir$
- m peut faire deux hypothèses, et évaluer leurs conséquences émotionnelles :
 - si u a réussi son exposé il devrait être joyeux
 - si u n'a pas réussi son exposé il devrait être triste
- m compare cette évaluation à son observation et valide la deuxième hypothèse

Case C3: observation d'une émotion

(b) formulation d'une hypothèse d'explication

- m observe que u est triste un soir en rentrant à la maison, mais m en ignore la raison
- m recherche des informations désagréables pour u que celui-ci aurait pu apprendre : $Bel_m Unpleasant_u A \wedge Bel_m Bellf_u A \wedge \neg Bellf_m A$
- m sait que
 - u a fait un exposé ce matin et sait s'il l'a réussi : $Bel_m Bellf_u reussir$
 - u préfère réussir son exposé :
 $Bel_m (Unpleasant_u \neg reussir \wedge Pleasant_u reussir)$
 - m ne sait pas si u a réussi son exposé : $\neg Bellf_m reussir$
- m peut faire deux hypothèses, et évaluer leurs conséquences émotionnelles :
 - si u a réussi son exposé il devrait être joyeux
 - si u n'a pas réussi son exposé il devrait être triste
- m compare cette évaluation à son observation et valide la deuxième hypothèse

Case C3: observation d'une émotion

(b) formulation d'une hypothèse d'explication

- m observe que u est triste un soir en rentrant à la maison, mais m en ignore la raison
- m recherche des informations désagréables pour u que celui-ci aurait pu apprendre : $Bel_m Unpleasant_u A \wedge Bel_m Bellf_u A \wedge \neg Bellf_m A$
- m sait que
 - u a fait un exposé ce matin et sait s'il l'a réussi : $Bel_m Bellf_u reussir$
 - u préfère réussir son exposé :
 $Bel_m (Unpleasant_u \neg reussir \wedge Pleasant_u reussir)$
 - m ne sait pas si u a réussi son exposé : $\neg Bellf_m reussir$
- m peut faire deux hypothèses, et évaluer leurs conséquences émotionnelles :
 - si u a réussi son exposé il devrait être joyeux
 - si u n'a pas réussi son exposé il devrait être triste
- m compare cette évaluation à son observation et valide la deuxième hypothèse

Plan

- 1 Représentations psychologiques des émotions
- 2 Modèle logique des émotions
- 3 Étude de cas
- 4 Conclusion**

Conclusion

- Apports
 - Modèle formel des émotions
 - Réutilisable pour toutes sortes d'agents
 - Facilement extensible à plus d'émotions
- Perspectives
 - Formalisation de plus d'émotions
 - Étude de l'évolution temporelle des émotions, relativement aux notions de conscience et d'oubli
 - Étude de l'influence des émotions sur le comportement : stratégies de *coping*, tendances à l'action
 - Une évaluation est en cours ...

Modélisation logique d'agents émotionnels pour l'intelligence ambiante

Merci

Annexe

Croyance forte

if A then $Bel_i A$ (RN $_{Bel_i}$)

$Bel_i A \wedge Bel_i (A \rightarrow B) \rightarrow Bel_i B$ (K $_{Bel_i}$)

$Bel_i A \rightarrow \neg Bel_i \neg A$ (D $_{Bel_i}$)

$Bel_i A \rightarrow Bel_i Bel_i A$ (4 $_{Bel_i}$)

$\neg Bel_i A \rightarrow Bel_i \neg Bel_i A$ (5 $_{Bel_i}$)

Annexe

Probabilité, croyance faible

$$\text{if } A \rightarrow B \text{ then } Prob_i A \rightarrow Prob_i B \quad (RM_{Prob})$$
$$Prob_i \top \quad (N_{Prob})$$
$$Prob_i A \rightarrow \neg Prob_i \neg A \quad (D_{Prob})$$

- $Bel_i A \rightarrow Prob_i A$
- $Prob_i A \rightarrow Bel_i Prob_i A$
- $\neg Prob_i A \rightarrow Bel_i \neg Prob_i A$

Annexe

Choix

$$Choice_i A \rightarrow \neg Choice_i \neg A \quad (D_{Choice_i})$$

$$Choice_i A \rightarrow Choice_i Choice_i A \quad (4_{Choice_i})$$

$$\neg Choice_i A \rightarrow Choice_i \neg Choice_i A \quad (5_{Choice_i})$$

- $Bel_i A \rightarrow Choice_i A$
- $Choice_i A \rightarrow Bel_i Choice_i A$
- $\neg Choice_i A \rightarrow Bel_i \neg Choice_i A$

Annexe

Like et Dislike

$$\text{Like}_i A \wedge \text{Like}_i (A \rightarrow B) \rightarrow \text{Like}_i B \quad (K_{\text{Like}_i})$$
$$\text{Like}_i A \rightarrow \neg \text{Like}_i \neg A \quad (D_{\text{Like}_i})$$
$$\text{Like}_i A \rightarrow \text{Bel}_i \text{Like}_i A \quad (IP_{\text{Like}_i})$$
$$\neg \text{Like}_i A \rightarrow \text{Bel}_i \neg \text{Like}_i A \quad (NP_{\text{Like}_i})$$

Non valides

- $\text{Like}_i A \rightarrow \text{Dislike}_i \neg A$
- $\text{Dislike}_i A \rightarrow \text{Like}_i \neg A$

Annexe

Action

$$After_{\alpha} A \wedge After_{\alpha} (A \rightarrow B) \rightarrow After_{\alpha} B \quad (K_{After_{\alpha}})$$

$$A \rightarrow After_{\alpha} \neg Before_{\alpha} \neg A \quad (CA_1)$$

$$A \rightarrow Before_{\alpha} \neg After_{\alpha} \neg A \quad (CA_2)$$

Annexe

Agréabilité

$$\begin{aligned} \text{Pleasant}; A &\stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Dislike}; A \wedge \text{Like}; A) \vee \\ &\quad (\neg \text{Dislike}; A \wedge X^{-1} \text{Choice}; XA \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}; XA) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Unpleasant}; A &\stackrel{\text{def}}{=} (\neg \text{Like}; A \wedge \text{Dislike}; A) \vee \\ &\quad (\neg \text{Like}; A \wedge X^{-1} \text{Choice}; X\neg A \wedge X^{-1} \neg \text{Bel}; X\neg A) \end{aligned}$$

- $\neg \text{Pleasant}; \top \wedge \neg \text{Unpleasant}; \top$
- $\neg \text{Pleasant}; \perp \wedge \neg \text{Unpleasant}; \perp$
- $\text{Pleasant}; A \rightarrow \neg \text{Unpleasant}; A$
- $\text{Unpleasant}; A \rightarrow \neg \text{Pleasant}; A$