



HAL
open science

Emotirob : un modèle d'interaction émotionnelle

Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le Pévédic, Dominique Duhaut

► **To cite this version:**

Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le Pévédic, Dominique Duhaut. Emotirob : un modèle d'interaction émotionnelle. Handicap 2008, 10 ans de recherche sur les aides techniques Pour une meilleure compensation du handicap, Jun 2008, Paris, France. pp.25–30. hal-00507535

HAL Id: hal-00507535

<https://hal.science/hal-00507535>

Submitted on 30 Jul 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

EmotiRob : un modèle d'interaction émotionnelle

Sébastien Saint-Aimé
Laboratoire Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, France +33 297017261
sebastien.saint-aimé@univ-ubs.fr

Brigitte Le-Pévédic
Laboratoire Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, France +33 297626475
brigitte.le-pevedic@univ-ubs.fr

Dominique Duhaut
Laboratoire Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, France +33 297617206
dominique.duhaut@univ-ubs.fr

Résumé—Cet article présente nos travaux sur le projet de robotique thérapeutique EmotiRob, qui est la continuité du projet MAPH (Média Actif Pour le Handicap) dans le domaine de la synthèse d'émotions. Notre objectif est de maintenir une interaction émotionnelle avec les enfants. Pour réaliser ce travail, nous utilisons les mots, les mouvements et la synthèse d'émotions. Après avoir défini un visage pour notre robot, qui est un compromis entre la richesse d'expression et une mécanique simplifiée, nous proposons le modèle interne de celui-ci afin de réaliser et maintenir une interaction émotionnelle.

I. INTRODUCTION

Un des nouveaux enjeux pour la robotique est le domaine des robots compagnons qui sont capables d'exécuter des tâches complexes et d'offrir un enrichissement du comportement par leur interaction avec les être humains. La recherche vise actuellement à faire de ces robots des assistants pour des personnes malades ou fragilisées.

Les premières expérimentations dans ce domaine de la robotique ont été effectuées avec des personnes âgées, dans une maison de retraite, et Paro [2], réalisé par T. Shibata [3] [4]. Dans ce contexte, nous avons commencé une expérimentation à l'aide de robots Paro dans deux endroits différents :

- Kerpape¹, où Paro a été employé par des thérapeutes avec des enfants handicapés (6 à 12 ans). Certains étaient dans des chaises roulantes.
- IEA², où Paro a été employé avec des adolescents (12 à 14 ans) autistes.

Le but du projet EmotiRob tend vers la réalisation d'un robot qui a les qualités fondamentales suivantes : un animal en peluche, un contact agréable, des capteurs sensoriels, etc. Nous voulons aussi équiper notre robot de capacités de perception et de compréhension du langage naturel de sorte qu'il puisse établir une représentation formelle de l'état émotif de son interlocuteur.

¹ Centre Mutualiste de Rééducation et de Réadaptation Fonctionnelles de Kerpape, BP 78, 56275 Ploemeur Cedex, France. <http://www.kerpape.mutualite56.fr>

² Center IEA : Institut d'Education Adaptée Le Bondon – Association Renouveau – Vannes. 26-32 rue Georges Caldray, BP 278, 56007 Vannes. +33297405740

II. PRESENTATION DU PROJET

L'objectif de ce projet est de concevoir un robot-peluche autonome « réactif », susceptible d'apporter un peu de réconfort à des enfants fragilisés (par exemple, des enfants en hospitalisation longue). Des expériences antérieures ont déjà montré l'apport de robots compagnons dans ce type de situation. Par rapport à ces travaux, une des spécificités de notre robot-peluche est de pouvoir réagir au comportement de l'enfant en simulant des émotions par les mouvements du corps, les traits du visage et par l'émission de petits sons simples.

Ce projet, centré autour de la détection et la simulation des émotions, se situe à l'interface de la robotique, de la communication homme-machine et de la vision. Il pose en particulier plusieurs problèmes scientifiques intéressants :

- « comprendre » le langage d'un enfant qui parle à sa peluche (en l'occurrence, le robot) et détecter son état émotif,
- doter le robot d'une capacité de réactions émotionnelles pertinentes et lui faire exprimer de manière intelligible ces émotions,
- évaluer l'apport de cette interaction : comment mesurer le réconfort d'un enfant, etc.

A. Synoptique

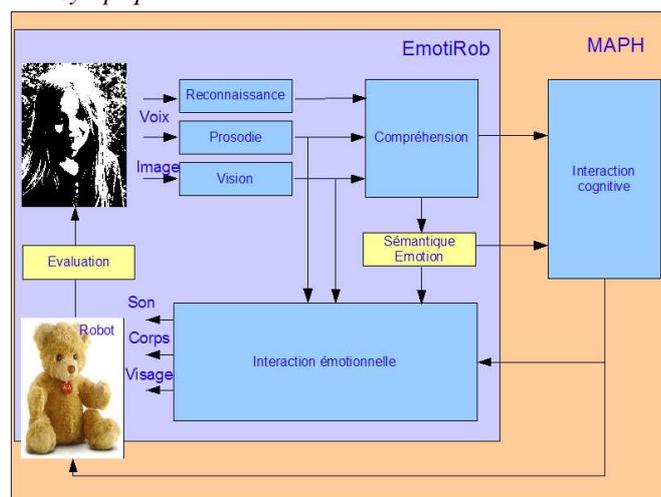


Fig. 1. Synoptique général du projet

Nous retrouvons sur notre synoptique (cf. Figure 1) les différents modules qui serviront au bon développement de notre projet :

- En entrée de notre module de compréhension nous retrouvons les informations du traitement de la prosodie, de la vidéo ainsi que de la reconnaissance vocale. Ces éléments nous permettront de récupérer le discours de l'enfant ainsi que son état émotionnel.
- Une fois les entrées traitées, ces informations seront transmises au module d'interaction émotionnelle via une structure sémantique émotionnelle (cf. § V).
- Une partie des informations traitées en entrée permettront au module d'interaction cognitive de déterminer un discours adéquat en réponse au comportement et discours de l'enfant.
- Les éléments en sortie permettront de transcrire l'interaction et l'émotion voulues du robot par le biais de petits sons, de postures du corps ainsi que par ses expressions faciales.

III. EXPERIENCES EMOTIVES

L'un des points forts de notre projet réside dans son interaction émotionnelle. Pour ce faire nous nous sommes longtemps posés la question sur le fait d'utiliser les émotions plutôt que les sentiments et inversement.

De nombreuses recherches ont déjà été effectuées sur ces différents domaines et notamment sur leur rôle dans la vie d'une personne humaine. Selon certains psychologues, même si ceux-ci sont équivalents, il existe bien une différence entre eux et surtout une expression différente. Les sentiments ou expériences émotionnelles sont des états émotifs accompagnés de sensations corporelles fortes alors que les émotions sont des réactions intérieures intenses vives caractérisées par l'intensité [14].

Même si les définitions entre psychologues ne concordent pas toujours, deux caractéristiques nous ont marqué dans cette différenciation. La première est la durée d'expression : l'émotion est souvent définie comme ponctuelle alors que le sentiment est durable. La deuxième est le fait qu'une expérience émotive peut être composée de plusieurs émotions simples. Ces notions de temps et de forme d'expression nous permettront non seulement d'améliorer le comportement du robot mais aussi son apprentissage.

Nous distinguons quatre types d'expériences émotives [14] :

- Les émotions simples : « *Ce sont les émotions proprement dites, dans leur plus simple expression. Pour s'informer sur ce qui est important pour nous, il est nécessaire de les ressentir.* »
- Les émotions mixtes : « *Elles sont composées de plusieurs expériences émotives. Elles contiennent habituellement une ou deux émotions et d'autres genres d'expériences qui servent à se défendre contre une de ces émotions. Pour s'informer correctement, il faut donc décomposer l'émotion mixte afin de*

pouvoir ressentir la ou les émotions et traiter adéquatement les autres expériences qui la composent. »

- Les émotions repoussées : « *Ce sont des expériences habituellement à dominance corporelle. Elles prennent place lorsqu'on repousse une émotion ou que l'on évite son expression. Il faut retrouver l'émotion refoulée.* »
- Les pseudo-émotions : « *Elles ont l'apparence d'émotion. Elles sont plutôt des "façons de dire les choses" qui cherchent à cerner l'émotion. Il faut identifier l'émotion qu'elles traduisent.* »

IV. SYNTHÈSE EMOTIONNELLE

La synthèse d'émotion est une reproduction artificielle de la manière dont les êtres humains expriment leurs émotions en contexte social. Les robots capables d'interaction sociale sont alors caractérisés par leur capacité d'avoir des comportements proches de ceux des humains.

Une émotion est l'expression de l'état interne d'une personne et peut être décrite selon des critères physiologiques ou psychologiques. La synthèse émotionnelle tend à imiter ces critères pour rendre crédible une émotion simulée. Cette émotion artificielle est alors employée pour renforcer la communication : verbale ou non verbale.

B. Animation faciale pour EmotiRob

Nous avons présenté notre recherche sur la question : « comment une émotion peut elle être simplement dessinée ? » Dans notre recherche, basée sur un ensemble spécifique de visages ayant différents degrés de liberté [9], on peut noter après différentes phases de test, que celui ayant fourni le plus de satisfaction n'est pas le plus complexe (cf. Figure 2).

Après définition du visage pour notre robot il va maintenant falloir lui donner une dynamique. Sachant que nous travaillons en premier lieu avec des expériences émotives (cf. § V), le premier travail sera de définir les émotions perceptibles pour chacune de ces expériences. Ces émotions seront classifiées et hiérarchisées selon plusieurs

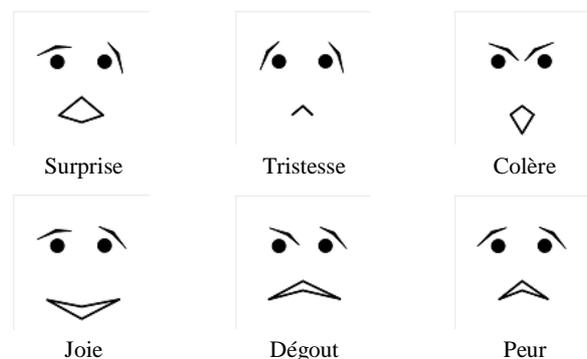


Fig. 2. Visage et exemples d'expressions du robot

modèles existants [10] [11] [12] [13] [14]. Cette catégorisation nous permettra de choisir le meilleur procédé pour passer d'une émotion à l'autre.

V. ARCHITECTURE INTERNE DU ROBOT

Après avoir établi les informations nécessaires pour une bonne interaction avec l'interlocuteur, nous avons pu établir un modèle interne (cf. Figure 3) pour notre robot. Dans ce modèle nous décrivons :

- L'interface entre le module de compréhension et d'interaction émotionnelle (entrées)
- L'interface entre le module d'interaction émotionnelle et la mécanique du robot (sorties)
- Les méthodes utilisées dans le module d'interaction émotionnelle.

A. Entrées :

Les entrées de notre synoptique représentent l'interface de communication et d'échange de données entre le module de compréhension et d'interaction émotionnelle. Nous retrouverons donc la structure de données nous permettant d'obtenir les informations nécessaires au bon déroulement de notre processus de traitement pour une bonne interaction entre l'enfant et son robot-compagnon. La structure de données sera la suivante :

- Concepts « pour l'enfant » : ce sont les grands thèmes principaux (ex. famille, amis, école, etc.) dans lequel l'enfant tirera son vocabulaire. Ces termes seront représentés sous forme d'arbre hiérarchisé sur un ou plusieurs niveaux en fonction du niveau de difficulté que nous souhaitons établir lors de l'interaction [23].
- Actions « pour l'enfant » : ils représentent la famille d'actions ou verbes la plus couramment utilisée chez l'enfant. Ces termes seront eux aussi représentés sous forme d'arbre hiérarchisé [23].
- Phase : elle représente l'état d'esprit dans lequel se trouve l'enfant au cours du discours. Actuellement quatre phases ont été déterminées : imaginaire, réelle, imitation, jeux. On peut définir ces phases comme le niveau supérieur des concepts dans lesquels l'enfant pourrait se situer.
- Acte de langage (question, affirmation, etc.) : il nous permettra de donner au robot un comportement adapté au discours de l'enfant. Certains types de phrases, tel que l'interrogation, mériteront un comportement plus expressif que d'autres. Cette liste en cours de développement sera diffusée ultérieurement.

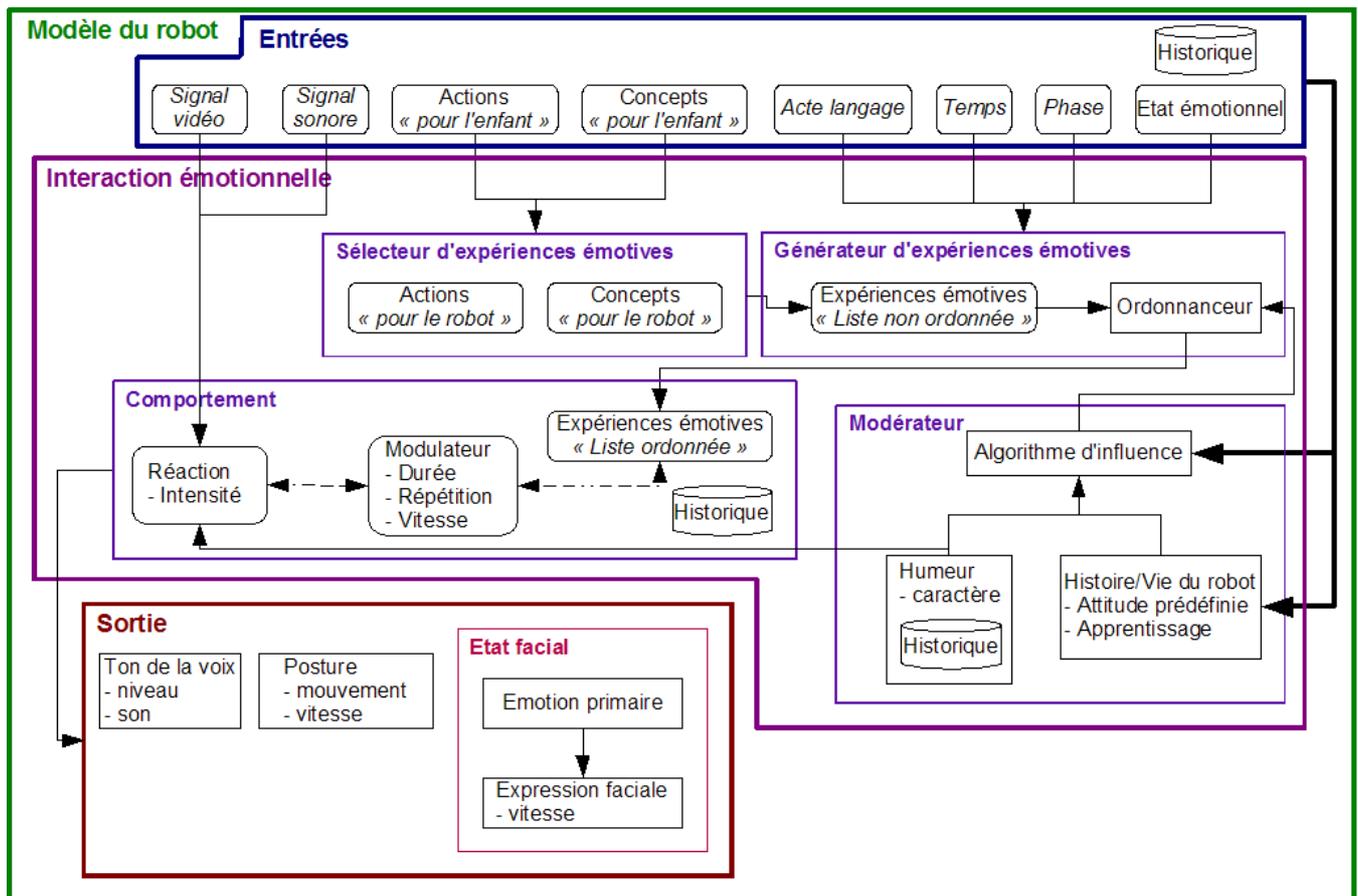


Fig. 3. Synoptique interaction émotionnelle

- Temps : on cherche à identifier le temps du discours de l'enfant : le passé, le présent et le futur.
- Etat émotionnel : représente l'état émotionnel de l'enfant. Il sera représenté par un vecteur d'émotion renseignant sur l'affect (positif ou négatif) de chaque émotion primaire ainsi que leur degré d'implication ou de reconnaissance servant de modérateur pouvant varier sur une échelle allant de 0 à 4 (aucune, non détectée, un peu, beaucoup).

Ces valeurs d'entrées seront gardées dans une base de données permettant au robot de vérifier si son comportement a un effet sur le discours de l'enfant. Cette comparaison permettra ainsi l'évolution de l'histoire et du caractère du robot. Cette étape sera notre phase d'apprentissage.

B. Interaction émotionnelle :

L'interaction émotionnelle est le cœur de notre système de communication. Avec les éléments récupérés en entrée (voir ci-dessus), nous devons être capable de réagir le plus naturellement possible au discours de l'enfant. Sachant que nous nous limitons uniquement à l'expression des émotions « primaires » via des expressions faciales pour maintenir un discours non verbal, il va nous falloir nous exprimer avec tous les autres éléments du corps humain. Pour ce faire nous avons décidé d'intégrer dans notre modèle les notions « d'expériences émotionnelles » et de comportements. On retrouve dans le modèle quatre éléments principaux de l'interaction :

- Sélecteur d'expériences émotionnelles : chaque concept associé ou non entre eux par des actions nous permettrons de définir une liste d'expériences. Ces associations seront représentées sous forme de matrice multidimensionnelle permettant de sélectionner l'expérience émotionnelle (une ou plusieurs) adéquate au discours. Dans notre modèle, nous récupérerons les mots clés du discours de l'enfant ainsi que son état émotionnel. L'idée serait de comparer son état émotionnel pour ces mots clés en fonction de ce que pourrait ressentir le robot pour ces mêmes mots. Dans un premier temps nous devons donc associer tous les mots clés que nous avons listé pour les différents concepts et actions. Cette association sera faite sous forme de mot unique (concept ou action), binôme (concept, action) ou trinôme (concept, action, concept) définie dans la fameuse matrice. Le sélecteur aura donc pour but d'informer sur les expériences associées aux mots du discours.
- Modérateur : il devra définir si le caractère/humeur et l'histoire du robot auront une influence sur ses croyances. Cette comparaison aura une grande influence sur le comportement qu'il devra avoir à l'instant t0 et dans le futur, et favorisera ou non l'accord ou la contradiction avec l'état d'esprit de l'enfant à cet instant.

- Générateur d'expériences émotionnelles : devra déterminer à quel degré il faudra prendre en compte l'influence de la vie du robot par rapport au comportement attendu par l'enfant. Ce degré devra déterminer l'ordonnancement préférentiel des expériences émotionnelles à exprimer.
- Comportement : définit les comportements que devra exprimer le robot en fonction de la liste d'expériences émotionnelles qui lui sera donnée.

C. Sorties :

En sortie du modèle notre robot-compagnon devra être capable de s'exprimer en fonction des caractéristiques matérielles qui le composent : micro/HP, moteurs. Le comportement qui découlera du module d'interaction émotionnelle sera décomposé en 3 parties principales :

- Ton « de la voix » : caractérisé par un niveau plus ou moins élevé du signal sonore et du choix du son qui sera produit par le robot. N'étant pas doté de parole pour l'instant, le robot-compagnon devra être capable d'émettre des sons sur le même ton que ceux du robot phoque « Paro ».
- Posture : caractérisée par la vitesse et le type de mouvement que devra réaliser les différents membres du corps qui composent notre robot.
- Etat facial : représente l'expression faciale qui devra être affichée sur le visage du robot. Au début de notre traitement d'interaction, nous travaillons essentiellement avec des « expériences émotionnelles ». Celles-ci devront par la suite être traduites en émotions primaires, puis en expressions faciales. Nous savons que les expériences émotionnelles sont composées de plusieurs émotions primaires. Le gros du travail sera dans un premier temps de les définir et les représenter sous forme de vecteur émotionnel pondéré (vecteur défini pour chaque « expérience émotionnelle »).

VI. EVALUATION DES EMOTIONS

L'objectif du projet EmotiRob est d'apporter un réconfort psychologique à un enfant fragilisé. Le réconfort psychologique est lié à la qualité du lien affectif que l'enfant peut avoir avec l'objet, l'animal ou la personne. Ce que propose cette première étude est de regarder comment il est possible de mesurer la qualité de ce lien affectif.

Afin de pouvoir entreprendre cette mesure, il convient de définir les concepts que nous allons utiliser. En particulier la caractérisation du lien affectif est dépendante de trois notions : émotion, humeur et sentiment. Il n'y a pas aujourd'hui de consensus sur la différenciation et l'interdépendance de ces trois notions. Nous allons donc proposer un modèle qui définira, pour notre étude, ces notions et leurs rôles respectifs.

Comme nous venons de le dire, il est difficile de trouver aujourd'hui un consensus sur une définition des émotions.

C'est pourquoi il nous semble normal de définir le modèle d'émotion qui servira de base à nos évaluations

A. *Evaluer des émotions*

Les approches liées à la compréhension des émotions dépendent du traitement que l'on veut en faire. Pour l'application EmotiRob, la thématique la plus proche de notre problème est la médecine. En effet, elle fait une place aux émotions pour permettre aux traitements d'être plus efficaces car mieux tolérés. EmotiRob cherche à augmenter le confort psychologique de l'enfant, il est donc important de regarder ce que l'on peut retenir de la médecine pour notre problématique.

1. Les caractéristiques de l'émotion :

Une émotion sera donc définie par un :

- un événement d'entrée
- un état cognitif interne (humeur et sentiment)
- un comportement
- une expression (physiologique et psychologique).

Le problème que nous adressons avec EmotiRob est de maximiser l'état cognitif interne c'est-à-dire de le rendre le plus positif possible. Pour ce faire il faut définir une échelle qui permette de quantifier cet état interne basé sur des paramètres mesurables. Pour cela, en refusant de mettre des capteurs d'après le corps de l'enfant, les seuls éléments dont on dispose sont des informations visuelles, sonores et de contact avec l'enfant. La question qui se pose est : est-il possible par analyse de ces trois paramètres de déterminer l'état cognitif interne ? Dans la mesure où cela est possible, il reste à déterminer quels sont les états d'entrées qu'il faut provoquer pour introduire une potentialisation positive de l'état cognitif interne.

2. Les paramètres mesurables :

Est-il possible de définir des paramètres qui donnent une indication sur l'état cognitif interne. Pour ce faire, il faut pouvoir élaborer un modèle d'évolution de l'humeur et des sentiments et par l'intermédiaire des informations que l'on peut collecter sur le corps de l'enfant en déduire leurs valeurs. Cette collecte d'information sur le corps de l'enfant peut se faire suivant deux types de paramètres objectifs ou subjectifs.

- Les paramètres objectifs : les paramètres déjà utilisés dans des travaux connexes sont : résistance de la peau, respiration, pression sanguine et électromyogramme [21]. Chez Picard & al. [22], ces quatre paramètres sont également utilisés.
- Les paramètres subjectifs : ils seront une interprétation de données obtenues par une analyse externe du corps. Compte tenu de l'application nous pouvons disposer essentiellement de deux sources d'observation : la voix de l'enfant, son image (vue du robot et vue de l'extérieur). S'il est possible d'intégrer des capteurs sur le robot on peut également avoir des informations sur le contact entre le robot et l'enfant.

B. *Mise en place des protocoles*

En s'inspirant de G. Loosli [21] qui propose d'étiqueter les états affectifs par un triple étiquetage : états affectifs provoqués par le contexte, les états affectifs identifiés a posteriori par le sujet, les états affectifs détectées automatiquement par le système, nous proposons de différencier trois types d'expériences :

- La première tente de faire sortir une émotion prédéterminée lors d'une expérimentation.
- La deuxième approche est de tenter pendant l'expérience interactive entre l'enfant et le robot de demander à l'enfant de dire ce qui lui plaît dans telle ou telle attitude du robot par rapport à une émotion recherchée.
- La troisième approche consiste à faire une expérimentation avec le robot autonome pendant une durée déterminée. Puis, en analysant des enregistrements effectués durant l'expérience d'évaluer les états affectifs : soit par l'enfant lui-même soit par un observateur extérieur spécialiste du comportement des enfants, soit enfin par un système automatique d'étiquetage.

Dans le cas d'un étiquetage automatique il peut être utile de définir une base d'exemples d'états affectifs, on peut alors faire appel à des acteurs qui jouent ces états.

C. *Grille d'évaluation*

Si l'on doit demander à un enfant d'évaluer une expérience, il faut lui offrir un vocabulaire. Comme il n'existe pas de corpus dans le domaine, une analyse des grilles d'observation médicale pour quantifier une intensité de douleur est listée ci-dessous. Celles-ci serviront de guide dans l'élaboration des échelles :

- Par le malade : Faces Pain Scale
- Par le malade : EVA (Echelle Visuelle Analogique)
- Par le malade : EVS (Echelle Verbale Simple)
- Par le malade : Evaluation de dépression
- Par un observateur : ECPA (Echelle Comportementale de la douleur chez la Personne Agée)
- Par un observateur : Echelle Doloplus-2

D. *Conclusion*

Ces premiers travaux fixent les premières briques de l'étude et l'évaluation des émotions pour le projet EmotiRob. Nous y avons présenté une liste de définitions de l'émotion pour lesquelles il n'existe pas de consensus. Cela nous a amené à proposer notre propre modèle. Enfin, grâce à cette définition, nous avons pu définir quel est notre problème : celui de l'évaluation de l'état cognitif interne de l'enfant.

Ensuite en vue de cette évaluation nous avons montré quels types de paramètres on pouvait envisager de mesurer. Ces paramètres peuvent être objectifs ou subjectifs.

Enfin nous avons regardé comment ces paramètres peuvent être évalués pour faire la description de l'état cognitif interne de l'enfant.

Ce travail n'étant pas terminé, son étude sera prolongée et fera l'objet d'un autre article pour la fin de l'année 2008.

VII. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Après avoir mené à bien nos études sur le visage du robot et la dynamique de l'expression de ses émotions, il nous a encore fallu modéliser tout ceci. Nous proposons donc un modèle d'émotion non pas seulement basé sur l'unique représentation d'émotions simples mais sur celles d'expériences émotives.

Le plus gros du travail actuellement sera non seulement l'association entre ces expériences émotives et les mots clés du discours mais surtout le développement du processus de génération d'émotions et du comportement du robot.

Actuellement le développement d'un prototype de démonstration est en cours et devrait être disponible en juin.

Les travaux futurs se focaliseront sur le développement intégral du robot, son évaluation ainsi que son évolution afin d'augmenter ses fonctionnalités.

REMERCIEMENTS

EmotiRob est un projet soutenu par l'ANR sur le programme Psirob, ainsi que par la région de la Martinique et la région Bretagne.

Les auteurs souhaitent remercier Claire PALLARD, pédiatre, pour sa contribution à la réalisation de la grille d'évaluation.

Les auteurs souhaitent remercier les membres du centre Kerpape (Laurence TRIVIERE, Marcelle SAMSON, Sylvie LEMONNIER et Annie BERTRAND) pour leur coopération à notre expérimentation.

Les auteurs souhaitent aussi remercier les membres de l'IEA «Le Bondon» (Florence CHARPENTIER et Olivier THUAU) pour leur coopération à notre expérimentation.

REFERENCES

- [1] Boyle, A. H. Anderson, and A. Newlands. "The Effects of Visibility on Dialogue in a Cooperative Problem Solving Task", *Language and speech*, vol. 37, 1994, p.1-20.
- [2] <http://paro.jp>
- [3] K. Wada, T. Shibata, T. Saito, K. Tanie. Effects of Robot-Assisted activity for elderly people and nurse at day service center. *In. Proceedings of the IEEE*, Vol. 92, No. 11, 2004, p. 1780-1788.
- [4] T. Shibata. An overview of Human Interactive Robots for psychological enrichment. *In. Proceedings of the IEEE*, Vol. 92, No. 11, 2004, p. 1749-1758.
- [5] P. Ekman, W. V. Friesen, J. C. Hager. *The facial action coding system*. Weidenfeld & Nicholson, London, 2002.
- [6] Jaffe database : <http://www.mis.atr.co.jp/mlyons/jaffe.html>.
- [7] A. Ortony, T. J Turner. What's basic about basic emotions?. *In Psychological Review*. vol. 97, 1990.
- [8] C. Bartneck. How convincing is Mr. Data Smile. *In. User Modeling and User-Adapted Interaction*. Vol. 11, No. 4, 2001, p. 279-295.
- [9] S. Saint-Aimé, B. Le Pévédic, D. Duhaut, T. Shibata. EmotiRob: Companion Robot Project. *In Proceedings of RO-MAN2007 - 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, Jeju Island, Korea, 2007.
- [10] R. S. Woodworth, H. Sclosberg. *Experimental psychology : Revised edition*. Henry Holt, New York, 1954.
- [11] A. W. Young, D. Rowland, A. J. Calder, N. L. Etcoff, A. Seth, D. I. Perrett. *Facial Expression Megamix: Tests of Dimensional and Category Accounts of Emotion Recognition*. *Cognition*, vol. 63, p. 271-313, 1997.
- [12] D. Watson, A. Tellegen. *Toward a consensual structure of mood*. *Psychological bulletin*, vol. 98, p. 221, 1985.
- [13] K. W. Fischer, P. R. Shaver, P. Carnochen. *How emotions develop and how they organize development*. *Cognition and emotion*, vol. 4, p. 81-127, 1990.
- [14] <http://www.redpsy.com/guide/>, 2006
- [15] J. Kätsyri et al. Identifications of synthetic and natural emotional facial expressions. *In Auditory-visual Speech Processing*. 2003, St Jorioz, France.
- [16] J. Kätsyri. *Human recognition of basic emotions from posed and animated dynamic facial expressions*. Ph.D. thesis, 2006.
- [17] K. R. Scherer. *Emotion. Introduction to Social Psychology: A European perspective*. M.H.W. Stroebe. Oxford: Blackwell: 151-191, 2000.
- [19] Association des paralyses de France. *Déficiences motrices et handicaps: aspects sociaux, psychologiques, médicaux, techniques et législatifs, troubles associés*. Paris, 1996, p.473
- [20] R. S. Lazarus. *Emotion and Adaptation*. Oxford, University Press, 1991.
- [21] G. Loosli et al. *Perception d'états affectifs et apprentissage*. RIA – Revue d'intelligence artificielle, Edition spéciale Interactions Emotionnelles. 2006, p.1-30.
- [22] R. Picard ; E. Vyzas, J. Healey. *Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state*. *On pattern analysis a, d machine intelligence*, vol. 23, n°10, 2001.
- [22] R. Picard ; E. Vyzas, J. Healey. *Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state*. *On pattern analysis a, d machine intelligence*, vol. 23, n°10, 2001.
- [23] D. Bassano, F. labrell, C. Champaud, F. Lemétayer, P. Bonnet. "Apprentissage non supervisé de familles morphologiques par classification ascendante hiérarchique". 2005, p. 367-376.
- [24] <http://www-valoria.univ-ubs.fr/emotirob/>