



HAL
open science

Générer des émotions avec 6 degrés de liberté

Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le Pévédic, Dominique Duhaut

► To cite this version:

Sébastien Saint-Aimé, Brigitte Le Pévédic, Dominique Duhaut. Générer des émotions avec 6 degrés de liberté. ASSISTH'07: 1ère Conférence Internationale sur l'Accessibilité et les Systèmes de Suppléance aux Personnes en Situations de Handicaps "Pour une Meilleure Insertion dans la Société", Nov 2007, Toulouse, France. pp.50–57. hal-00507527

HAL Id: hal-00507527

<https://hal.science/hal-00507527>

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.

Générer des émotions avec 6 degrés de liberté

Sébastien SAINT-AIME

Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, FRANCE

+33 (0)2 97 01 72 61

sebastien.saint-aime@univ-ubs.fr

Brigitte LE-PEVEDIC

Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, FRANCE

+33 (0)2 97 62 64 75

brigitte.le-pevedic@univ-ubs.fr

Dominique DUHAUT

Valoria

Université de Bretagne Sud
Vannes, FRANCE

+33 (0)2 97 61 72 06

dominique.duhaut@univ-ubs.fr

RESUME

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. Ici, nous nous efforçons de définir un visage de robot, qui est un compromis entre la richesse d'expression et une mécanique simplifiée. Nous proposons une méthode permettant de modéliser et de dynamiser un visage capable d'exprimer des émotions primaires.

Descripteurs de Sujets et Catégories

J.4 [Sciences sociales et Comportementales]: *Psychologie*; H.1.2 [Modèles et principes]: Systèmes Homme-Machine – *facteurs Humain*.

Termes Généraux

Facteur Humain, design, expérimentation, langages.

Mots clés

Emotions, robotique, handicap, compagnon.

1. INTRODUCTION

Ce projet est une composante du domaine des robots compagnons. Les robots sont habituellement utilisés pour construire des produits, pour déplacer des objets ou pour transformer spécifiquement un objet. Actuellement, la recherche en robotique se concentre sur les systèmes coopératifs qui permettent d'exécuter des tâches complexes avec des humains. L'autre nouveau défi est d'établir les systèmes qui offriront un enrichissement du comportement par leur interaction avec les humains.

Quelques études existent déjà dans le domaine de la RAA : « Robot Assisted Activity » et, plus précisément, dans le domaine du RAT : Le « Robot Assisted Therapy ».

Les premières expérimentations dans¹ ce domaine de la robotique ont été effectuées avec des personnes âgées, dans une maison de

retraite, et Paro (voir Figure 1) [2], réalisé par T. Shibata (AIST, le Japon) [3] [4]. Ces expérimentations ont clairement prouvé que les robots compagnons peuvent donner un certain confort moral et psychologique aux personnes fragiles.

Dans ce contexte, nous avons commencé une expérimentation à l'aide de robots Paro, prêtés par T. Shibata, pour vérifier si la réaction/interaction avec les robots dépendait du contexte culturel. Les français sont en général plus distants envers les robots que les japonais. L'expérience a eu lieu dans deux endroits différents :

✓ Kerpape², où Paro a été employé par des thérapeutes avec des enfants handicapés (6 à 12 ans). Certains étaient dans des chaises roulantes.

✓ IEA³, où Paro a été employé avec des adolescents (12 à 14 ans) autistes.

Ces expériences nous ont montré deux principales directions dans lesquelles il serait intéressant de travailler.

La première concerne les problèmes mécaniques : le robot doit être très léger, facile à prendre et à manipuler, plus facile que Paro ; d'ailleurs, il doit avoir plus d'autonomie de batterie.

Le second concerne l'interaction homme-machine : le confort psychologique que le robot peut fournir est relatif au lien émotionnel entre le robot et l'enfant. Il semble évident que ce lien peut être considérablement renforcé si le robot compagnon est doté d'un minimum de capacités de compréhension des mots humains et s'il peut exprimer des émotions en retour. Il est ainsi recommandé de réconcilier les contraintes du robot léger et autonome aux capacités de compréhension et d'expression.

Ainsi dans le projet EmotiRob, le but tend vers la réalisation d'un robot qui a les qualités fondamentales de Paro : 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. Pour finir, le projet comporte également la conception d'un modèle des états émotifs du robot et de son évolution, afin que ses réactions semblent les plus naturelles possible. Pour mettre en œuvre ce

² Centre Mutualiste de Rééducation et de Réadaptation Fonctionnelles de Kerpape, BP 78, 56275 Ploemeur Cedex, France. <http://www.kerpape.mutualite56.fr>

³ Center IEA : Institut d'Education Adaptée Le Bondon – Association Renouveau – Vannes. 26-32 rue Georges Caldray, BP 278, 56007 Vannes. +33297405740

¹ T. Shibata, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) and also Japan Science and Technology Agency (JST)

projet, l'équipe de recherche devra rassembler des enregistrements de dialogue d'enfants et construire un corpus tenant compte des études linguistiques de la langue d'enfant dans le contexte.

2. UTILISATION DES ROBOTS EN CONTEXTE SOCIAL

Les travaux de recherche en psychologie ont démontré que les expressions faciales jouent un rôle prépondérant dans la coordination de la conversation humaine [1]. Par conséquent, les expressions faciales constituent une modalité essentielle de la communication humaine.

Les robots à vocation sociale, pour le moment très limités dans leur mécanique et leurs capacités intellectuelles, ont la plupart du temps pour buts la distraction, l'amusement des personnes. Nous avons pu rencontrer ces dernières années dans le commerce, les premiers robots de ce type et les scientifiques s'intéressent maintenant aux relations psychologiques qu'il est possible d'entretenir avec ce type de nouveau média de communication.

La Robotothérapie, domaine de la robotique, essaye d'appliquer les principes de la robotique sociale dans le but d'améliorer l'état psychologique et physiologique de personnes malades, marginalisées ou atteintes de handicaps physiques ou mentaux.

Il apparait que les robots peuvent jouer un rôle d'accompagnement et d'éveil. Il faut pour cela les doter d'un maximum de capacités de communications.

2.1 Limites de notre travail

Le but final du projet EmotiRob est la création complète d'un robot compagnon. Les travaux actuels devront déterminer la méthode d'expression des émotions du robot afin que celles-ci soient naturelles et crédibles aux yeux de son utilisateur.

L'approche actuelle se limite uniquement aux expressions faciales car nous ne sommes qu'au début de nos travaux. Dans le futur nous pensons intégrer nos différentes expressions au robot, et ajouter du mouvement ainsi que la parole afin d'accentuer les effets du visage.

Basé sur les travaux de Ekman [5] concernant les expressions faciales, nous utilisons les résultats du système d'encodage d'expressions FACS [5] et de la base de données JAFFE [6]. Nous reprendrons aussi les expressions basiques afin de limiter nos recherches aux 6 expressions primaires: peur, joie, colère, surprise, dégoût, tristesse.

Pour exprimer ces expressions basiques, FACS suggère l'utilisation de 14 degrés de libertés, contrairement à la grande quantité de muscles que l'on retrouve sur le visage. Notre but étant d'intégrer ces expressions sur un robot, nous pensons limiter ce nombre de degrés de libertés. De plus les indications de FACS ou EMOFACS ne peuvent être appliquées que lors de la simulation d'émotions pour un visage humain. Notre compagnon artificiel étant une représentation animale, nous n'utiliserons pas ces procédés.

Notre système doit être simple pour garantir sa fiabilité et sa robustesse. Notre but est de trouver un nombre minimum acceptable de degrés de libertés afin de percevoir de façon cohérentes les émotions générées par notre robot. Notre système

doit aussi être équipé des nouvelles technologies actuellement disponibles sur le marché.

2.2 Synthèse d'émotions et interaction sociale

La synthèse d'émotion est une reproduction artificielle de la manière dont les êtres humains expriment leurs émotions en contexte social. Pouvoir exprimer des émotions est une façon pour un robot de communiquer avec un humain. Sans expressions d'émotions, les utilisateurs peuvent interpréter l'interaction différemment et porter un manque d'intérêt à la communication.

Des robots (comme Kismet, Paro, Necoro, Aibo, Asimo, etc.) 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. La joie ou la peur sont des états émotionnels distincts qui peuvent être décrits 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.

2.3 Les émotions basiques

Nous retenons pour la synthèse d'émotions les six émotions primaires généralement admises par les psychologues (peur, colère, joie, tristesse, dégoût, surprise) [7]. Ces émotions primaires peuvent être combinées pour former des émotions plus complexes. En plus de ces types primaires, l'état "neutre" exprime le fait de n'être dans aucun état émotionnel particulier à un moment donné.

2.4 Expression des émotions primaires

L'expression d'émotions par une machine doit permettre d'améliorer l'efficacité des relations Homme-Machine. La non émotivité des machines serait l'une des causes des difficultés rencontrées pour communiquer avec un ordinateur [8]. On dispose de trois vecteurs connus pour exprimer des émotions:

- La voix est le vecteur principal. Le discours, les mots que l'on choisit mais aussi le ton, la vitesse, le volume de la voix nous informent sur l'état émotionnel de l'interlocuteur.
- Les positions corporelles, les gestes et les mouvements de corps accompagnent le discours et sont porteurs de sens émotionnel.
- Les expressions du visage permettent d'exprimer une palette très large d'émotions et d'intensités émotives différentes.

Les expressions faciales sont facilement transposables sur un robot qu'il soit humanoïde ou non, ce qui n'est pas le cas des positions corporelles et des gestes qui sont propres à chaque espèce et que l'on peut difficilement retranscrire. Le discours et sa charge émotionnelle seront étudiés par la thématique "Dialogue oral Homme-Machine".

Compte tenu des contraintes de robustesse imposées (utilisateurs handicapés, jeunes enfants), il nous faut simplifier au maximum le modèle mécanique tout en conservant la richesse d'expression.

3. ETUDES PRELIMINAIRES SUR PARO

3.1 Evaluation et test de Paro

Pour cette expérimentation [9] nous avons utilisé le robot Paro, développé au Japon par le chercheur T. Shibata. Ce robot est équipé de capteurs lui permettant de réagir aux caresses ou quand il est tenu dans les bras. Il tourne aussi sa tête en fonction de la provenance de la source sonore et réagit lors de l'appel de son prénom. En plus de cela, il émet de petits sons.



Figure 1. Robot "Paro"

3.2 Grille d'évaluation

Observation cliniques: Afin d'étudier l'impact du robot sur l'état de stress des enfants, une grille d'évaluation a été développée. Cette grille contient une liste d'attitudes ainsi que la façon de les évaluer. Une note de 1 à 5 sera donnée en fonction de l'évolution des axes de motricité, d'imitation et de vocabulaire.

Marques de réactivité: Il sera également noté, sur une échelle de 1 à 10, la réactivité avec Paro: contact, sourire, câlin, flatterie, caresse, mépris, indifférence, négligence, rejet et larmes.

Tableau 1. Grille d'évaluation

Comportements	Eléments cliniques
Agressivité Colère	- Mouvements brusques ou menaçants (envers le robot ou les personnes autour), agressif ou coléreux, froncement des sourcils, expression de mécontentement
Anxiété	Expression de chagrin du visage, sourcils d'une expression d'étonnement, crainte du toucher, besoin de réconfort
Stress	Mouvements stéréotypés : tics de mouvements ou faciaux (rongement des ongles), mouvements de fuite (tourne le dos), insultes, hyperactivité du corps ou d'une partie du corps
Mépris	Gestes, mots ou expression exprimant un manque de respect, rires sarcastiques
Evasion	Mouvements de fuite (tourne le dos, quitte la pièce)
Rejet	Refus de parler, du toucher, détourne les yeux, soupirs

Tristesse	Apathie, larmes, atonie du visage ou du corps, soupirs, voix faible, votre monocorde
Joie - Plaisir	Souriant, riant, œil scintillant, voix joyeuse, posture tonique, mots de satisfaction
Confiance	S'installe confortablement pour parler, contact visuel, se confie, attitude confiante, mots de confiance, interagit avec l'interlocuteur
Décontraction	Modification de la position du corps : les jambes décroisées, détache les doigts, calme et serein, absence d'agressivité dans les gestes. Modification du visage : relâchement des sourcils, ouverture des yeux, voix d'apaisement, sourires, absence d'agressivité dans les mots

3.3 Expérimentation

De janvier à octobre 2004, deux robots Paro ont été testés au centre Kerpape afin d'étudier l'impact d'un animal artificiel sur l'apaisement psychologique et physiologique de personnes souffrants de handicaps, ou sur leur socialisation. En 2005, une étude complémentaire fût réalisée. Cette étude était destinée à trouver de nouveaux dispositifs pour des robots capables de modifier de manière significative le confort physique des personnes dans la détresse.

Au centre Kerpape, l'expérimentation était liée à une population d'enfants ayant un handicap physique (mobilité, perturbation des sens, etc.) et/ou des désordres cognitifs associés (difficultés, perceptions de la parole, etc.) Plusieurs enfants intégrant cette études étaient en chaise roulante et certains loin de leur famille.

À l'IEA, l'expérimentation s'est déroulée avec une population d'enfants et d'adolescents de 8 à 15 ans qui souffrent de difficultés d'apprentissage et d'adaptation sociale.

Dans ce contexte, Paro a pu être un vecteur intéressant d'investissement émotif. Pour cette expérimentation, Paro a été employé par six professionnels de la santé (deux professeurs et quatre psychologues) afin d'étudier l'impact d'un robot médiateur entre les thérapeutes et les enfants pour créer l'interaction sociale.

Les résultats obtenus pour cette première étude montrent que le robot de Paro produit un effet positif lors de son utilisation avec les enfants mentalement handicapés, pour qui Paro est employé comme médiateur. Néanmoins, cette première expérimentation a montré les limites d'un système comme Paro. En effet, les réactions sont différentes selon: l'incapacité de l'enfant, sa situation psychologique et sa connaissance de la robotique.

3.4 Résultats

Sans entrer dans les détails d'évaluations, qui sont trop complexes pour les expliquer ici, le robot de Paro semble être globalement un outil intéressant pour ce type de travail. Pour les résultats positifs, voir [9].

Cependant, un certain nombre de points négatifs doivent être améliorés:

- Autonomie d'énergie trop faible,

- Trop lourd pour des enfants avec peu de force,
- La manipulation doit être rendue plus facile car il a tendance à glisser dans les bras des enfants,
- Pas assez de mimique,
- L'interaction avec le robot pourrait être améliorée en utilisant la parole,
- Ce type de jouet est difficile à laver (problème d'hygiène : salive, etc.),
- Les sons émis pourraient être différents selon l'émotion générée,
- La position du bouton on/off est problématique pour les enfants victimes d'abus sexuels,
- La possibilité d'arrêter temporairement l'interaction quand l'enfant devient très agressif avec le robot.

3.5 Nouveaux dispositifs prévus

L'objectif du projet en cours est de concevoir un nouveau robot en tenant compte des remarques précédentes. Notre idée est de fournir à un système deux niveaux.

Le premier est un robot simple semblable à Paro, mais qui corrige les remarques mentionnées ci-dessus.

Le deuxième est d'augmenter les capacités de ce robot, afin de produire des émotions coordonnées avec des mouvements.

4. INTRODUCTION DES EMOTIONS AU ROBOT

4.1 Visages pour EmotiRob

Le but est de définir un visage qui permet d'exprimer les émotions basique avec un nombre de DDL (degré de liberté) inférieur à celui utilisé pour FACS.

4.2 Un visage simple

Tout en utilisant certaines primitives d'Ekman, nous définirons des visages articulés (voir paragraphe 4.3) et, à partir de ceux-ci, établirons les six émotions primaires en manipulant les éléments de base de notre squelette.

Les éléments animés du visage sont comparables aux parties du visage humain qui sont manipulés par les unités d'actions de FACS. Par exemple, les éléments peuvent être les yeux, la bouche, le nez, les oreilles ou les cheveux.

Prise indépendamment, l'animation de tous ces éléments exige quatorze unités d'actions pour exprimer les émotions primaires. Nous joindrons l'opération mécanique de certains de ces éléments afin de limiter les unités d'actions.

Le système de « vision » peut se composer d'un unique élément dans le cas du visage complexe. Par exemple, la paupière et/ou le sourcil peuvent être associés à la pupille. Dans ce cas-ci, ces éléments seront interdépendants et bougeront ensemble. Nous avons réduit les composants d'un œil dans un sous-ensemble, réduisant la complexité de l'unité mécanique lors de l'animation.

La réduction de la complexité vaut également pour la simplification du nombre d'éléments nécessaires pour construire un visage expressif. Une bouche simple peut se composer de

seulement une lèvre, mais les modèles d'expressivité doivent être confrontés et un modèle de bouche avec deux lèvres doit être vérifié. Deux yeux ne sont pas toujours nécessaires. La majeure partie du temps, ils se déplacent de façon synchrone.

4.3 Composition des visages

Les visages sont composés d'éléments basiques tels que les yeux, la bouche, et autres ornements (voir Figure 2)

Les éléments de base pourront se déplacer en rotation ou en translation. Ce choix a été fait afin de réduire la complexité de la construction du robot. La rotation et la translation sont plus faciles à réaliser avec un simple moteur.

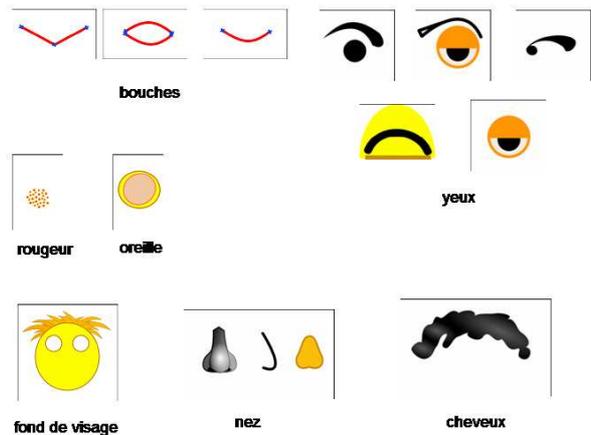
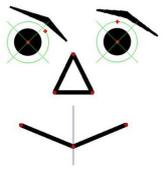
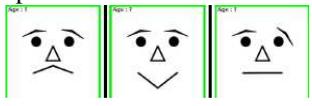
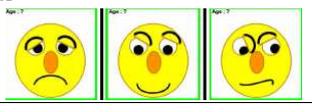
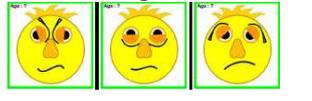
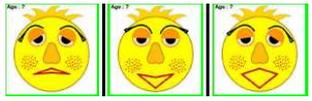
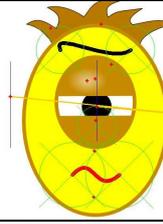
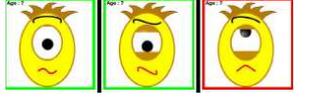
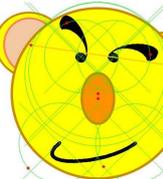
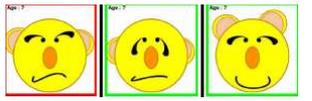
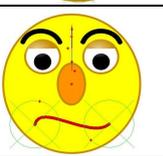
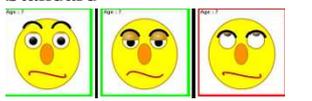


Figure. 2. Elements de base

Avec le jeu d'éléments de base et les 4 types de mouvements que nous possédons, nous pouvons construire plus de 200 visages différents. Mais en réalité seules 15 têtes ont été testées et nous pouvons voir 11 d'entre-elles ci-dessous :

	<p>Tête complète : 16 ddl, les pupilles et les sourcils sont indépendants. Bouche avec 2 ddl</p>
	<p>Simple : (+ avec nez): 6 ddl, yeux fixes, la bouche à 4 ddl. Chaque sourcil à 1 ddl.</p>
	<p>Jaune : 7 ddl, la bouche est assez riche en mouvement avec 4 points en rotation.</p>

	Nez simple: 3 ddl, le plus simple 
	Riche: 10 ddl, les paupières et les sourcils sont liés, chaque pupille a 2 ddl (translation sur une rotation), bouche avec 2 ddl 
	Cheveux simples 
	Naïve : 4 ddl 
	Cyclope: 8 ddl. Basé sur le robot eMuu. Tous ses éléments peuvent bouger. 
	Oreille: 6 ddl 
	Bec: 5 ddl 
	Standard 

4.4 Evaluation

Après 1100 tests par le biais d'Internet, l'analyse est faite avec 16 possibilités pour une émotion pour un visage.

Dans notre étude nous avons divisé les testeurs en trois groupes : moins de 21 ans, 21-35 ans, et plus vieux. En fait ceci ne nous a

fourni aucune information significative. La satisfaction des utilisateurs pour chaque émotion est dans une tranche de 53% à 90%.

Ici, nous présentons les visages ayant le résultat le plus élevé pour chaque émotion et les points globaux pour chaque émotion. D'abord, deux classes peuvent être distinguées :

- 1- Scores faibles : peur 53%, surprise 61%, dégoût 68%
- 2- Score élevés : colère 89%, joie 77%, tristesse 89%.

En analysant les schémas ci-dessus, la peur et la surprise apparaissent très semblables. Il semble qu'il y ait confusion entre elles et ceci pourrait expliquer les faibles scores pour ces émotions. On s'attend à ce que l'animation faciale éclaircisse cette confusion.

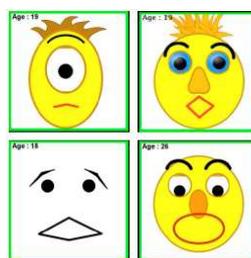


Figure 3. Peur

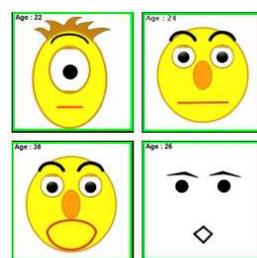


Figure 4. Surprise

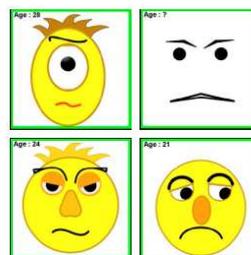


Figure 5. Dégoût

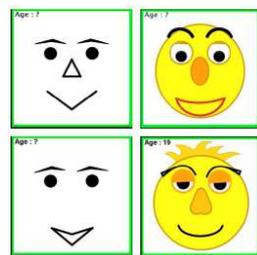


Figure 6. Joie

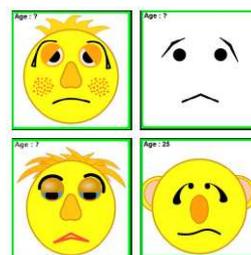


Figure 7. Tristesse

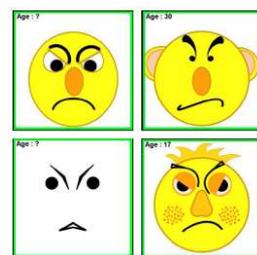


Figure 8. Colère

On peut également noter que le visage « simple » est présent dans les 4 meilleures évaluations de chaque émotion. Globalement ce visage avec seulement 6 DDL a le résultat le plus élevé (voir Figure 9). Il semble qu'un nombre élevé de degrés de liberté n'augmente pas forcément les capacités d'expression d'une émotion.

Est-ce que ceci devrait nous amener à la conclusion que le visage « simple » est le meilleur pour l'expression de l'émotion ? Nous ne connaissons pas vraiment les conditions dans lesquelles cette expérimentation a été entreprise via Internet, sachant que la population s'est familiarisée avec les « émoticônes ». Elles ne

seraient donc pas forcément les meilleures personnes pour ces tests. Ceci reste une question problématique.

D'une part, nous avons limité notre travail à 14 visages différents. Cependant une meilleure solution peut être trouvée avec une conception complètement différente. Nous devrions donc être prudents en arrivant aux conclusions.

4.5 Conclusion: 6 degrés de libertés sont suffisants

Nous avons présenté notre recherche sur la question : « comment une émotion peut elle être simplement dessinée ? » Dans cette évaluation, basée sur un ensemble spécifique de visages ayant différents degrés de liberté, on peut noter que celui ayant fourni le plus de satisfaction n'est pas le plus complexe. Nous avons également noté qu'un même modèle peut être utilisé pour exprimer deux émotions différentes. La limite à ce travail est due au fait que nous n'avons travaillé que sur des visages statiques ; nous croyons que l'expression des émotions est augmentée par le mouvement du visage. La question qui se pose est donc : « les modèles d'émotion restent-ils les mêmes lors de la dynamique de l'expression ? ». Cette question sera discutée dans le prochain paragraphe.

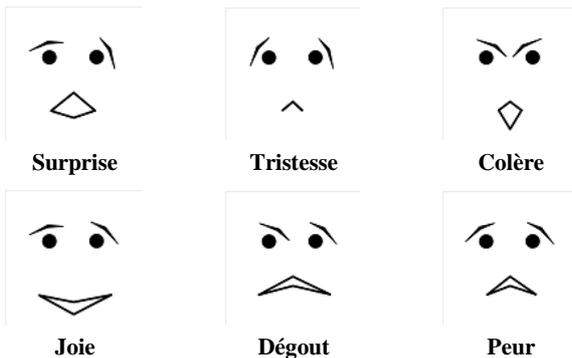


Figure 9. Expressions résultantes des tests

5. DYNAMIQUE DES EMOTIONS

5.1 Méthodologie

Les premiers travaux ont permis de générer et évaluer des visages pour des émotions simples. Nous avons maintenant des modèles de visage assez simples à mettre en œuvre pour notre robot MAPH.

Nous pouvons donc proposer la construction d'un prototype innovant doté de meilleures expressions que « Paro ». Mais cette étude n'offre que des modèles statiques d'émotions il faut maintenant étudier la dynamique de l'émotion. A savoir les relations entre les différentes émotions et les modèles permettant de passer d'une émotion à une autre. La question sous-jacente est « est-ce que le mode de transition d'une émotion à une autre est interprétable par l'observateur ? ».

Il faut également étudier les changements d'états au sein d'une même émotion afin de rendre l'expressivité de MAPH plus réaliste et moins automatisée. En effet, le robot MAPH doit être

réactif et ne pas tomber dans un comportement répétitif afin de solliciter l'intérêt et l'éveil des enfants. Il doit également pouvoir réagir aux sollicitations externes et répondre par une émotion adaptée aux stimuli.

5.2 Animation des visages

Contrairement à certains projets qui préconisent l'utilisation d'outils d'animation, nous avons décidé de créer notre propre application. Cette application sera programmée en Java afin qu'elle soit embarquée sur tout type de système dans le futur.

5.3 Méthode de changement d'émotions

Le principe que nous utilisons se base sur les différentes relations qu'il existe entre les six émotions de base. On sait que les émotions peuvent être catégorisées, mais on ne connaît pas encore les différentes étapes du mouvement entre 2 émotions. Prenons un exemple simple: on veut passer d'une émotion de joie à une émotion de surprise. La question qui se pose est de savoir si d'autres émotions pouvaient être reconnues lors de ce mouvement. Les émotions que nous pourrions reconnaître à ce moment seront appelées émotions de transition ou transitoires.

Mais pour vérifier nos théories, nous allons comparer différentes version de l'application qui établissent plusieurs types de mouvements différents :

- ✓ Le premier type de mouvement se fera directement : le passage entre chaque émotion se fera de manière directe. Aucune émotion de transition ne sera utilisée.
- ✓ Le deuxième type de mouvement se fera à l'aide d'une émotion de transition unique qui sera l'émotion neutre.
- ✓ Le troisième type de mouvement se fera à l'aide de plusieurs émotions de transitions prédéfinies. Pour réaliser ce type de mouvement, nous nous sommes basé sur les études de classement des émotions afin d'en tirer un arbre de transition (voir Figure 10).

Cet arbre de transition réalisé de manière très subjective est un mélange de plusieurs méthodes existantes de hiérarchisation et classification des émotions. La procédure ainsi que les méthodes utilisées seront décrites ci-dessous.

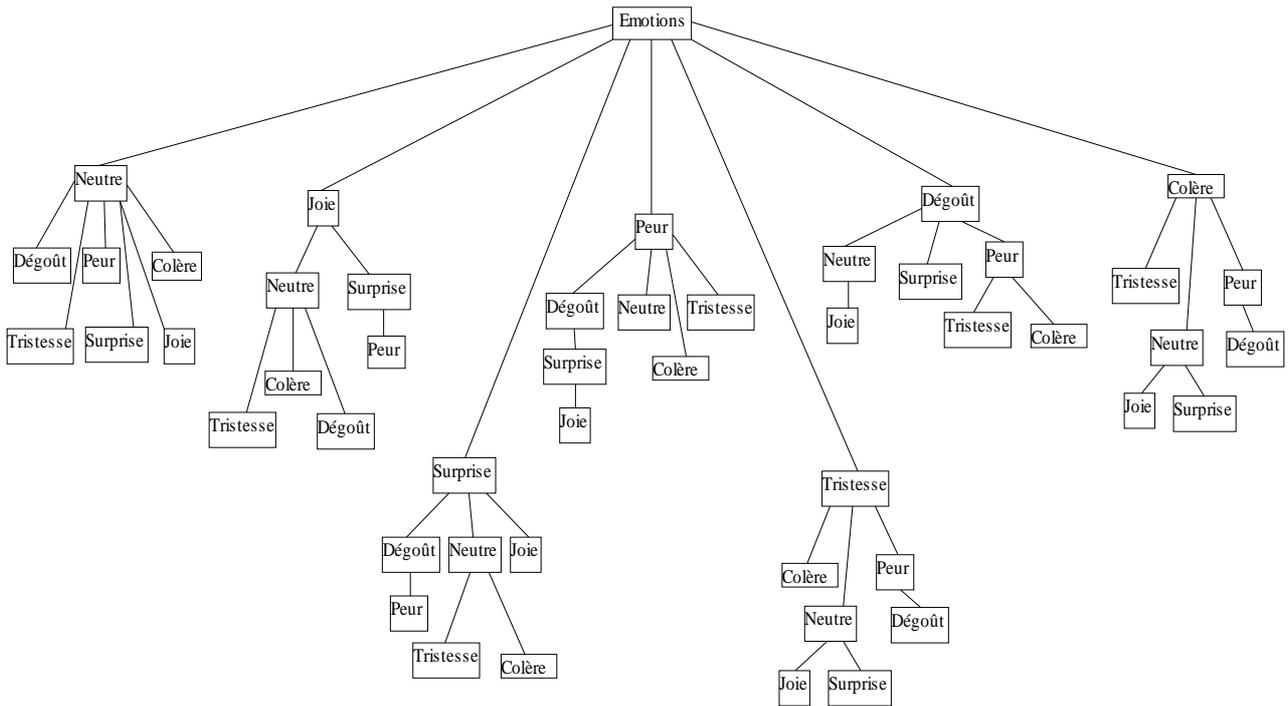


Figure 10. Exemple d'arbre de transition.

La première étape consiste à hiérarchiser les émotions utilisant la méthode de Fisher [14] et à les catégoriser [15]. Cette étape réalisée nous essaierons par la suite de déterminer des notions de « distance » entre nos émotions primaires. Pour ce faire nous utiliserons le cercle [11] et l'hexagone [12] d'émotions, ainsi que la théorie de Watson et Tellegen [13] afin de choisir l'émotion la plus proche de celle actuelle. On a aussi fait le choix de ne pas permettre le passage direct entre une émotion positive et négative. L'émotion neutre devra servir d'élément de transition.

Il faut bien noter que tout le travail réalisé concernant cet arbre de transition n'est ni testé ni validé lors de nos travaux. Nous essayons juste de mettre en place certaines théories subjectives qui nous permettront par la suite de choisir les meilleurs scénarios possibles afin de les faire valider.

5.4 Type de mouvement des points de contrôle

Dans un deuxième temps, nous étudierons la façon dont les points de contrôle du visage doivent évoluer au cours d'un changement d'état pour chaque expression faciale. Pour ce faire nous étudierons trois possibilités :

- ✓ Le déplacement des points sera synchrone. Lors d'un changement d'émotion, chaque point commencera et finira son déplacement en même temps que tous les autres.
- ✓ Le déplacement des points sera asynchrone. Différents algorithmes ont été établis pour réaliser cette étape: début du mouvement de chaque point successivement, choix du point à déplacer de façon aléatoire, etc.
- ✓ Le déplacement des points suit l'équation d'une droite prédéfinie. Les équations que nous avons sélectionnées sont les suivantes : accéléré, constant, direct, exponentiel, sinusoïdal. La vitesse de déplacement sera relative à la valeur du ou des coefficients de l'équation.

5.5 Evaluation et perspectives

Nous avons mené une série de tests auprès d'utilisateurs sur Internet pour trouver quelles sont les équations et expressions faciales pour les différentes émotions, c'est à dire celles qui combinent simplicité de reconnaissance et mouvement naturel. Les résultats que nous avons eus nous confortent sur l'idée que certaines équations du mouvement sont mieux adaptées que d'autres et que ce sont parfois les plus simples qui sont préférées. Un certain nombre de testeur était étonné par le fait que l'on n'aperçoive pas d'émotions de transition lors de certains mouvements. Il s'avère donc que l'utilisation d'un arbre de transition n'est pas forcément à écarter.

Le point sur lequel il faudra s'attacher le plus sera sur les relations entre les émotions. Même si tout le monde ne s'accorde pas sur le sujet, il faudra réussir à en tirer un modèle satisfaisant.

Pour la suite des travaux, nous envisageons un système adaptatif ou intelligent pour la dynamique des émotions.

6. CONCLUSION

Suite aux expérimentations sur Paro, nous concluons qu'un robot compagnon doit exprimer des émotions pour permettre une bonne interaction avec des enfants.

Le travail effectué lors de la composition et l'évaluation des visages prouve que 6 DDL sont suffisants pour exprimer des émotions de base. L'aspect dynamique de la transition d'émotion doit encore être amélioré.

Le projet d'EmotiRob construira un robot en utilisant toutes les qualités de Paro et additionnant les 6 DDL pour exprimer des émotions.

7. 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.

8. REFERENCES

- [1] E. 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*, 26-29 august 2007, Jeju Island, Korea.
- [10] Test d'utilisateurs pour la synthèse d'émotion : <http://www-valoria.univ-ubs.fr/Dominique.Duhaut/emotion/>
- [11] R. S. Woodworth, H. Sclosberg. *Experimental psychology : Revised edition*. Henry Holt, New York, 1954.
- [12] 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.
- [13] D. Watson, A. Tellegen. *Toward a consensual structure of mood*. *Psychological bulletin*, vol. 98, p. 221, 1985.
- [14] 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.
- [15] <http://www.redpsy.com/guide/>, 2006
- [16] J. Kätšyri et al. Identifications of synthetic and natural emotional facial expressions. In *Auditory-visual Speech Processing*. 2003, St Jorioz, France.
- [17] J. Kätšyri. *Human recognition of basic emotions from posed and animated dynamic facial expressions*. Ph.D. thesis, 2006.
- [18] K. R. Scherer. *Emotion. Introduction to Social Psychology: A European perspective*. M.H.W. Stroebe. Oxford: Blackwell: 151-191, 2000.
- [19] <http://www-valoria.univ-ubs.fr/emotirob/>
- [20] <http://www-valoria.univ-ubs.fr/Brigitte.Le-Pevedic/>
- [21] <http://www-valoria.univ-ubs.fr/Dominique.Duhaut/>