

# Génération d'émotion pour le robot MAPH –Média Actif Pour le Handicap–

**Mathieu Petit**

Université de Bretagne Sud  
Laboratoire du VALORIA  
Bât. Yves Coppens BP 573  
56000, Vannes CEDEX, France  
mathieu.petit@aromate.org

**Brigitte Le Pévédic**

Université de Bretagne Sud  
Laboratoire du VALORIA  
Bât. Yves Coppens BP 573  
56000, Vannes CEDEX, France  
Brigitte.le-pevedic@univ-ubs.fr

## RESUME

Cet article présente nos travaux menés en synthèse émotionnelle dans le cadre du projet de robotique thérapeutique MAPH. Ce média actif doit permettre d'entretenir des relations affectives avec les enfants atteints de troubles mentaux ou physique par la parole, le mouvement et la synthèse d'émotions. Pour aider les enfants à établir une relation affective avec MAPH, nous cherchons un visage qui soit un compromis entre richesse expressive et simplicité mécanique. Nous proposons une méthode de modélisation d'un visage capable d'exprimer des émotions. Des évaluations et des tests sont menés auprès d'utilisateurs afin de trouver le visage le plus adapté pour le robot MAPH.

## Mots Cles

Synthèse d'émotions, expressions faciales, robotique, handicap

## ABSTRACT

This paper presents our work in progress in the field of emotional synthesis for psychological and physiological enrichment applied to children with mental or physical diseases. We present a robot, MAPH, which should be able to entertain affective relationship with children by using speech and emotional synthesis capabilities. Then we present a way to create an emotional face. This face will combine emotional richness of facial expressions with a simple mechanical design. Testing and evaluating different faces will provide us a way to design the face that best fits to the robot MAPH.

## Keywords

Emotional synthesis, facial expressions, robotic, handicap

## CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS

J.4 [Social and Behavioral Sciences]: Psychology; H.1.2 [User/Machine Systems]: Human factors.

## GENERAL TERMS

Human Factor, Design, Experimentation

## INTRODUCTION

Notre projet s'inscrit dans le cadre de l'aide et de l'assistance au handicap (RAT, Robot Assisted Therapy) pour les enfants atteints de troubles mentaux, physiques ou du développement tel que l'autisme. Nous basons nos recherches sur les premiers travaux de robotique à but thérapeutique et sur l'utilisation de robots en contexte social. Constatant lors de nos tests un manque d'expressivité émotionnelle des solutions existantes, nous proposons un modèle de robot, MAPH, qui doit combler ce manque. MAPH sera capable d'exprimer des émotions par synthèse d'expression faciale. Nous avons construit les outils nous permettant de tester l'expressivité de différentes solutions de visages. Nous avons mené ensuite une série de tests par des utilisateurs pour connaître les possibilités d'expression émotionnelle des visages proposés.

## UTILISATION DE ROBOTS EN CONTEXTE SOCIAL

On voit depuis le début des années 90 la robotique envahir les foyers. Que ce soit avec Aibo [9] de Sony ou les Furby [7], les robots de compagnie se font une place dans notre quotidien. Des équipes de chercheurs envisagent aujourd'hui de faire jouer un rôle de communication et de sociabilisation aux robots (RAA, Robot Assisted Activity).

## Robotique et synthèse d'émotion

Dans le domaine scientifique il existe de nombreux projets visant à simuler des comportements émotionnels par un Robot. Kismet [8] (figure 1), développé au MIT est une tête de robot humanoïde capable au moyen d'une quinzaine d'actionneurs mécanique de simuler des sentiments de crainte, joie ou peur. Le propos de ce robot est de faciliter les communications personne-système par une métaphore morphologique du système pour l'utilisateur. ICat [1] (Figure 2) est un projet de robot développé par Philips pour jouer le rôle d'interface domestique. Il contrôle les appareils ménagers et les utilisateurs peuvent interagir avec lui comme s'il s'agissait d'un agent humanoïde. Sa tête est capable d'exprimer des émotions en utilisant comme éléments mobiles les sourcils, la bouche, les yeux et la tête dans son ensemble. ICat perçoit les réactions de son interlocuteur par une caméra placée au niveau du nez. Dans la même idée de robotique domestique, Emuu [3] (Figure 3)

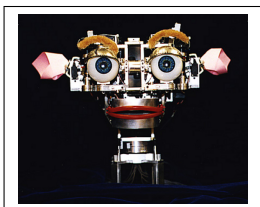


Figure 1. Kismet

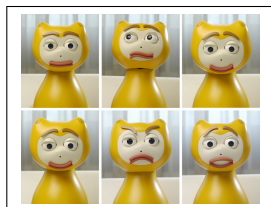


Figure 2. Icat

est une borne cyclope très simple qui réagit au discours de l'utilisateur par des expressions faciales exprimant des émotions. Emuu a été utilisé pour tester l'utilité de la communication d'émotions en comparant un modèle robotique (Emuu) à un avatar virtuel. Les tests effectués montrent d'une part l'utilité de la synthèse d'émotion pour appuyer un dialogue ainsi qu'une nette préférence des utilisateurs pour le modèle tangible du robot. Sparky [10] (Figure 4)



Figure 3. Emuu

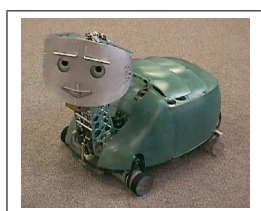


Figure 4. Sparky

est un robot télécommandé "social" qui présente le double intérêt d'être mobile et d'avoir une richesse expressive importante compte tenu de la simplicité mécanique de son visage. Il s'apparente plus à un animal de compagnie qu'à un humanoïde et peut produire des sons. Le but de l'équipe a été de tester la réaction du public. Les expériences menées se sont avérées convaincantes, les utilisateurs communiquant sans difficultés avec Sparky (surtout les enfants) et le traitant comme un animal de compagnie.

### Robotique thérapeutique

On parle de robotique thérapeutique lorsque l'on utilise des robots conçus pour des interactions avec l'Homme dans un but thérapeutique, pour améliorer l'état psychologique et physiologique de la personne et de son entourage. C'est un nouveau champ d'application de la robotique, où le compagnon robotisé n'est pas perçu comme une simple machine mais plus comme un animal de compagnie [5]. Les résultats des premiers travaux menés essentiellement par des équipes japonaises sont très encourageants.

Le robot Paro [13] (Figure 5) prend la forme d'un bébé phoque. Cette forme originale a été voulue pour éviter de reproduire un animal de compagnie, comme un chat ou un chien que le public jugerait plus sévèrement compte tenu de ses a priori sur ces animaux. Paro est une peluche blanche qui a été conçue pour réagir aux stimulations des utilisateurs (caresses, coups, sons). Il peut bouger sa tête, ses yeux, ses paupières. Des chercheurs du Institute of Advanced Sciences and Technology (AIST) ont placé Paro dans une maison de retraite, en service de jour, aux con-

tacts des personnes âgées. Ils ont mesuré une diminution du stress et une amélioration du bien-être des pensionnaires et du personnel encadrant. Leurs expérimentations de Paro dans plusieurs pays montrent que les compagnons robotisés comme Paro sont facilement acceptés, à plus forte raison s'il s'agit d'interactions avec des enfants [11]. Les différences d'origine ou de culture importent peu dans les résultats de ces tests.

Pour l'assistance au handicap, nos tests menés avec des enfants au centre mutualiste de rééducation et de réadaptation fonctionnelles Kerpape (Figure 6) montrent une amélioration dans la communication, l'ouverture et l'état d'esprit des enfants. En travail groupe, Paro a un effet bénéfique sur la concentration des enfants. Toutefois, ces tests nous montrent les limites de Paro, notamment en ce qui concerne l'expression émotive [4].

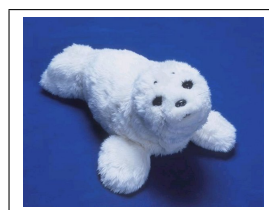


Figure 5. Paro



Figure 6. Paro en test

### LE PROJET MAPH

Il s'agit de proposer un compagnon robotisé, MAPH, qui puisse jouer le rôle d'un animal de compagnie et de médiateur auprès de l'enfant handicapé. Contrairement aux animaux de compagnie, MAPH pourra intégrer le milieu hospitalier (il est conforme à la réglementation d'hygiène et de sécurité). Il devrait permettre d'installer une relation affective et pourra par des interactions "évoluées" servir de médiateur dans les relations entre le personnel médical et les enfants. Il sera considéré comme un objet de transfert – relais – amélioré capable de se mouvoir, de dialoguer et d'exprimer des émotions.

Pour répondre aux contraintes imposées par les utilisateurs, spécialement par les enfants handicapés, trois thématiques principales de recherche gravitent autour de ce projet. Une phase de tests et évaluations est aussi nécessaire.

- Dialogue oral Homme-Machine (UBS-Villaneau, J.) : doit permettre des interactions vocales entre MAPH et les patients. Compréhension, gestion du dialogue et synthèse vocale sont les trois objectifs de cette thématique.
- Robotique multimodale (UBS-Duhaut, D.) : s'intéresse à la construction physique de MAPH. Le modèle robotique devra être robuste, facilement manipulable par des enfants, éventuellement handicapés.
- Synthèse émotionnelle (UBS-Le Pévédic, B., Petit, M.) : vise à enrichir voire remplacer le dialogue oral par la synthèse d'émotion sur MAPH.

- Évaluation et expérimentation : mener des tests sur critères psychologiques et physiologiques en coopération avec les personnels médicaux. Ces tests nous serviront pour améliorer les versions des prototypes.

Chacune de ces composantes devra s'intégrer au modèle robotique et prendre en compte les contraintes associées. Dans la suite, nous nous intéresserons particulièrement à la thématique de synthèse émotionnelle.

### SYNTHÈSE DES ÉMOTIONS

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. Les émotions jouent un rôle essentiel dans la communication. Elles complètent et parfois remplacent la communication orale. La synthèse des émotions nous permettra de donner des capacités d'expressions supplémentaires à MAPH.

#### Émotions primaires

Nous retenons pour la synthèse d'émotions les six émotions primaires généralement admises par les psychologues (peur, colère, joie, tristesse, dégoût, surprise) [6]. 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 (Table 1).

La peur	émotion déplaisante lorsque l'on perçoit un risque ou un danger, réel ou supposé.
La colère	émotion de déplaisir en regard d'un acte ou parole d'une personne ou organisation.
La joie	émotion provoquée lorsque l'on est heureux d'un événement
La tristesse	émotion se révélant lors d'un manque de nature affective.
Le dégoût	émotion associée avec les choses qui sont perçues comme sales ou non comestibles.
La surprise	émotion résultant d'un fait inattendu ou imprévu. La surprise peut être bonne ou mauvaise et est en tout cas passagère.
"Neutre"	visage perçu comme n'exprimant pas d'émotion particulière.

Table 1. Émotions retenues pour la modélisation

#### 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 [2]. 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 vol-

ume 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 où ceux-ci 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.

#### CONSTRUCTEUR D'EXPRESSIONS FACIALES

Les principaux organes du visage jouent un rôle dans les expressions faciales. Les yeux, la bouche, les paupières, les sourcils sont des éléments (Figure 9) qui permettent de dessiner des visages expressifs. Nous avons choisi onze visages (Figures 7 et 8) à partir de ces éléments. Les 11 visages vont tous dans le sens d'une simplification maximale de la complexité d'animation. Certains des éléments peuvent par exemple être liés (yeux et sourcils), d'autres éléments ne sont pas forcément nécessaires (cheveux), des éléments peuvent bouger en coordination (yeux, paupières). Les visages proposés vont du modèle le plus simple au plus complexe, ou tous les éléments sont indépendants. Chaque élément est peut être animé en rotation et en translation.

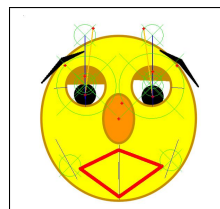


Figure 7. Visage complexe

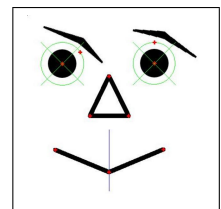


Figure 8. Visage simple

L'outil logiciel que nous avons développé nous permet de dessiner tout types de visages que l'on peut animer, humanoïde ou non. Nous y choisissons des éléments dans une base de dessins (Figure 9). Il s'agit ensuite de positionner ces éléments sur une palette de dessin et de définir pour chacun des contraintes mécaniques simples (rotations et translations dans le plan, compositions de ces deux mouvements) qui pourront facilement être reconstituées physiquement sur MAPH. On positionne ensuite les éléments d'un visage à des positions clés qui vont servir à créer une série d'expressions pour chacun des visages.

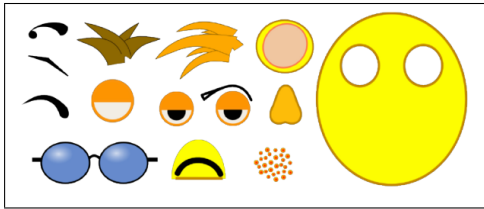


Figure 9. Extraits de la base d'éléments

### TESTS POUR LE TRI DE LA BASE DE DONNÉES

Après avoir placé les clés de positionnement des éléments sur chacun des visages, nous générons automatiquement toutes les configurations de positionnement des éléments possibles par combinaisons des clés. Chaque combinaison est une possibilité d'expression faciale. Ces expressions sont stockées sous forme de coordonnées d'éléments dans la base de données "EmotiveFaceDB". Pour trier la base EmotiveFaceDB, nous avons mené une série de tests par des utilisateurs à partir d'une interface Web de notre programme [12]. Cette interface reprend les onze visages de la base, ses éléments et ses contraintes d'animation en rotation et translation.

Il est demandé aux testeurs de représenter des émotions, parmi les six primaires, sur ces visages. Au vu de la simplicité de certains des onze visages, il n'est pas possible d'y représenter chacune des six émotions. Pour contrôler la pertinence de la représentation, nous demandons au testeur s'il est satisfait du visage qu'il a proposé. Le visage dessiné est enregistré et annoté avec le nom de l'émotion que l'on a demandé de représenter.

On compare ensuite les positions des éléments de ce visage aux éléments des visages de la base EmotiveFaceDB pour y extraire le plus ressemblant. Chaque élément est caractérisé par un vecteur à quatre dimensions (un point d'ancrage, un centre de rotation). La somme des normes des vecteurs des éléments nous donne un score pour chaque visage de EmotiveFaceDB.

Le visage extrait de EmotiveFaceDB qui a le score le plus proche du score du visage proposé par le testeur est considéré comme le plus ressemblant. Nous proposons à l'utilisateur de juger si le visage extrait de la base est valable pour l'émotion demandée. Selon sa réponse (oui ou non), nous ajustons le score du visage de la base pour cette émotion. L'exhaustivité de la base (de 120 à 40000 expressions par visage, suivant la complexité du visage) nous permet d'éviter les problèmes d'aberrations de distance. Il y a une forte probabilité qu'un visage ressemblant, sans élément franchement discordant soit trouvé dans la base.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

Nous avons effectués environ mille cent tests nous permettant d'enregistrer quinze dessins par émotion et par visage.

Les résultats sont en cours d'analyse et seront détaillés lors de la conférence.

Si nécessaire, nous compléterons l'article avec l'analyse des tests dans la version finale.

### REFERENCES

1. Aarts, E., Harwing, R., Shuurmans, M. *Ambient Intelligence*. In *The Invisible Future*. McGraw-Hill, New-York, 2001. pp. 235-250.
2. Bartneck, C. *How convincing is Mr. Data Smile*. In *User Modeling and User-Adapted Interaction*. Vol. 11, No. 4, 2001, pp. 279-295.
3. Bartneck, C., Michio, O. *eMuu - An Emotional Robot*. Demonstration at Robo Festa. Osaka, 2001.
4. Bertrand, A., Lemonnier, S., Samson, M., Trivière, L., Shibata, T., Pallard, C., Pévédic, B. Le., Duhaut, D. *Study of the psychological and physiological interaction between a robot and people having a handicap*
5. Libin, A. V., Libin, E. V. *Person-Robot Interactions from the Robopsychologists' point of view : the robotic psychology and robototherapy approach*. In *Proceedings of the IEEE*, Vol. 92, No. 11, 2004, pp.1789-1803.
6. Ortony, A., Turner, T. J. *What's basic about basic emotions?*. In *Psychological Review*. Vol. 97, 1990, pp. 315-331.
7. Robot Hasbro Furby. Site Web : <http://www.hasbro.com/furby/>
8. Robot Kismet. Humanoid-Robotics Group. Massachusetts Institute of Technology. Disponible à l'adresse : <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html>
9. Robot Sony Aibo. Site Web : <http://www.sony.net/Products/aibo/>
10. Scheeff, M., Pinto, J., Rahardja, K., Snibbe, S. and Tow, R. *Experiences with Sparky, a Social Robot*. In *Proceedings of the Workshop on Interactive Robot Entertainment*. Pittsburgh, 2000.
11. Shibata, T. *An overview of Human Interactive Robots for psychological enrichment*. In *Proceedings of the IEEE*, Vol. 92, No. 11, 2004, pp. 1749-1758.
12. Test d'utilisateurs pour la synthèse d'émotion. Disponible à l'adresse : <http://www-valoria.univ-ubs.fr/Dominique.Duhaut/emotion/>
13. Wada, K., Shibata, T., Saito, T., Tanie, K. *Effects of Robot-Assisted activity for elderly people and nurse at day service center*. In *Proceedings of the IEEE*, Vol. 92, No. 11, 2004, pp. 1780-1788.