

eMotion : un outil pour personnaliser la reconnaissance d'émotions

Alexis Clay*

Nadine Couture*,†

Laurence Nigay

*ESTIA-Technopole Izarbel, 64210
Bidart, France
a.clay@estia.fr

†LaBRI, UMR 5800, Université de
Bordeaux, France
n.couture@estia.fr

LIG, UMR 5217, Université Joseph
Fourier, France
Laurence.Nigay@imag.fr

RESUME

L'expression émotionnelle d'un individu est influencée par sa personnalité bien sûr, mais également par sa position, les contraintes qui s'exercent sur lui ou l'agencement de son environnement de travail. L'expression émotionnelle par le mouvement est particulièrement sensible à ces divers facteurs. Il est donc nécessaire de pouvoir paramétrer la reconnaissance d'émotions d'un sujet selon les particularités de l'environnement de travail évalué. Les systèmes actuels de reconnaissance d'émotions ne permettent pas une telle adaptabilité. Dans cet article nous présentons l'outil logiciel eMotion pour la reconnaissance d'émotions par le mouvement. eMotion présente des interfaces permettant à un évaluateur de paramétrer l'extraction de caractéristiques émotionnellement pertinentes à ses besoins.

MOTS CLES : reconnaissance d'émotions, mouvement, informatique affective, évaluation, émotion.

ABSTRACT

A subject's emotional expression is of course influenced by his personality, but several other factors can play a role. His position, the constraints he undergoes, or the setting of his working space can all deeply impact emotional expression through movement. When performing an automatic emotion recognition, an evaluator must be able to set up some parameters for the recognition so as to adapt to the evaluation conditions. Current recognition system do not allow for such adaptability. In this paper we present the eMotion software for movement-based emotion recognition. eMotion's software architecture allows easy integration of graphical widgets for parameterizing emotional features extraction to suit the task at hand.

KEYWORDS : emotion recognition, movement, affective computing, evaluation, emotion.

INTRODUCTION

Le domaine de la reconnaissance d'émotions par ordinateur est un domaine très actif, marqué par un intérêt croissant depuis sa création. La première conférence internationale rassemblant les acteurs du domaine à la fois en informatique et en psychologie, ACII, s'est déroulée en 2005 et a été reconduite en 2007 et 2009. Depuis les travaux de Picard [15] en 1997, de nombreux systèmes

ont vu le jour, permettant une reconnaissance sur les divers canaux de communication émotionnelle (visage, gestuelle, voix, réaction physiologique et nerveuses), d'abord indépendamment puis simultanément [14, 9, 18]. Les systèmes de reconnaissance ont donc au fil des années considérées les différents vecteurs de la communication émotionnelle, en commençant par le visage et la voix, pour ensuite s'intéresser à la gestuelle et enfin aux réactions physiologiques de l'émotion. Le dynamisme de cet axe de recherche se traduit par des avancées brutales aux facettes multiples. La reconnaissance des émotions par ordinateur est donc un domaine en pleine maturation d'où émergent de nouveaux besoins en termes de modèles pour la conception de système de reconnaissance d'émotion.

S'intéresser au système de reconnaissance d'émotion conduit tout d'abord à définir ce qu'est une émotion. Il existe de nombreuses définitions. Nous considérons la définition issue de [1], où une émotion est une « constellation de réponses de forte intensité qui comportent des manifestations expressives, physiologiques et subjectives typiques. Elles s'accompagnent généralement de tendances d'action caractéristiques et s'inscrivent en rupture de continuité par rapport aux processus qui étaient en cours chez le sujet au moment de leur apparition ». Nous nous basons sur cette définition et la modèle componentiel de Scherer [19], issu des théories de l'évaluation cognitive. En 2004, dans [16] Scherer affine la définition en distinguant deux catégories d'émotions : les émotions utilitaires et les émotions esthétiques. Dans le travail présenté ici, nous considérons les émotions utilitaires qui sont des « épisodes relativement brefs de réponses synchronisées de tous ou de la plupart des systèmes organiques en réponse à l'évaluation d'un événement interne ou externe étant d'une importance majeure pour des besoins ou pour des buts personnels. »

Il existe différents modèles de représentation de ces émotions, parmi lesquels nous avons choisi le modèle discret. Dans un modèle discret, chaque type d'émotion est désigné par un label spécifique (c'est-à-dire un mot), par exemple "joie", "peur", etc. Un exemple courant de ce type de modèle est l'ensemble des émotions basiques proposées par Ekman [7], où chaque émotion, en tant

que réponse typique de l'organisme et de notre système nerveux central, est catégorisée par le terme qui lui correspond.

Cette approche catégorielle est un avantage certain en informatique. En effet, reconnaître une émotion d'un ensemble discret revient à choisir une catégorie (i.e. une émotion) parmi celles proposées dans l'ensemble ; et la catégorisation de signaux est un problème largement étudié en informatique, qui dispose d'outils adéquats à sa résolution (comme les réseaux de neurones). Les émotions basiques d'Ekman que nous avons retenues sont issues de la théorie évolutionniste. Pour Darwin, les émotions sont des réactions à des stimuli, préparant le corps à agir d'une certaine façon. Issues de l'évolution, elles se sont développées pour offrir une réponse extrêmement rapide et adaptée à la perception de la situation. Il est ainsi possible de voir les émotions comme des réactions préprogrammées à certains événements. Par exemple, la peur prépare le corps à la fuite et la colère, à l'attaque.

Dans [7] le psychologue Paul Ekman reprend donc la théorie évolutionniste des émotions et extrait des émotions selon une série de onze critères. Ces critères lui permettent de déterminer sept émotions dites basiques, universelles et présentes chez d'autres espèces que l'Homme. Il propose donc la joie, la colère, la peur, le dégoût, la surprise, la tristesse et le mépris. Les six premières sont connues comme les "basic six" d'Ekman, elles servent de base à de nombreuses études en informatique affective et c'est celles que nous avons retenues pour notre étude et notre système.

Forts de ces constats et analyses, nous avons proposé la branche émotion [2], un modèle d'architecture basé composants pour la conception de systèmes interactifs sensibles à l'émotion. Puis, nous avons implémenté ce modèle en développant l'application eMotion [3, 4], un système de reconnaissance d'émotions par le mouvement. eMotion a été développé sur la base des travaux de De Meijer [6]. L'application perçoit les coordonnées de points du corps et extrait certaines caractéristiques émotionnellement pertinentes (courbure du tronc, extension des bras par exemple) pour en inférer une émotion.

OBJECTIFS

Dans cet article, nous nous intéressons à l'usage du logiciel eMotion et nous montrons qu'eMotion est un outil pour personnaliser la reconnaissance d'émotions. Nous identifions trois « utilisateurs » potentiels :

1. le sujet, qui est celui dont les émotions sont reconnues qui est donc passif vis-à-vis du logiciel.
2. le développeur, qui a pour rôle de concevoir et d'implémenter de nouveaux composants pour optimiser et adapter e-Motion à ses besoins ou au besoin du psychologue ;

3. l'évaluateur, qui exploite e-Motion dans le cadre d'une évaluation et qui a besoin de pouvoir le paramétrer et le piloter en fonction de son protocole.

Dans cet article, nous nous intéressons à eMotion du point de vue de son usage par l'évaluateur et par le développeur. Le psychologue qui s'intéresse à définir un modèle de reconnaissance d'émotion tiendra successivement et en boucle le rôle de l'évaluateur et du développeur. En effet, il prendra le rôle du développeur s'il souhaite développer son propre modèle et l'implémenter au sein d'eMotion. Il prendra le rôle de l'évaluateur pour tester la justesse de son modèle tout en pouvant l'ajuster par paramétrisation directe au niveau de l'interface homme machine.

Dans la suite nous décrirons les aspects d'eMotion qui en font un système paramétrable et extensible de reconnaissance d'émotions et en cela qu'il est un outil potentiel d'aide à l'évaluation. Pour cela nous commencerons par décrire sa conception et son architecture implémentable qui permet de considérer chaque composant comme une entité indépendante regroupant un corps fonctionnel et une interface graphique. Cette architecture fonctionnelle se présente sous la forme d'une hiérarchie de composants, ce qui permet à la fois le regroupement des différents *widgets*¹ et le choix, à l'exécution, des composants à utiliser. Du point de vue de l'interface, le système permet l'intégration directe des *widgets* graphiques de nouveaux composants à ajouter.

CONCEPTION

De par son architecture de type système interactif, couplée à son architecture fonctionnelle reposant sur la branche émotion, eMotion se définit comme un canevas logiciel extensible pour la reconnaissance d'émotions. L'application eMotion permet en effet l'ajout de composants présentant une facette de présentation pour la paramétrisation du modèle, proposant ainsi au concepteur d'interagir avec l'application.

Nous montrons dans la suite, que l'architecture implémentable de eMotion est le produit de deux architectures conceptuelles définies pour deux rôles distincts. eMotion est conçu selon le modèle de la branche émotion, un modèle basé composants pour la reconnaissance passive des émotions. Chaque composant est alors défini comme un agent en trois facettes Présentation – Abstraction – Contrôle (PAC) [5], faisant de l'application eMotion une hiérarchie de tels agents.

La branche émotion

La branche émotion [2] est conçue en s'inspirant des trois niveaux classiques de la reconnaissance d'émotions que sont les niveaux de Capture (récupérer les données

¹ *Widget*, à prendre dans le sens d'un composant d'interface graphique.

du monde réel), d'Analyse (extraire des caractéristiques pertinentes d'expression émotionnelle) et d'Interprétation (interpréter les caractéristiques en une émotion).

La branche émotion est constituée de 5 types de composants comme l'illustre la figure 1, page suivante.

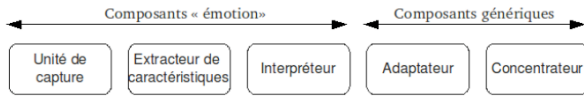


Figure 1: Les composants de la branche émotion.

Chaque composant s'abonne et émet un ou plusieurs flux de données. L'unité de capture a pour rôle de faire l'interface avec un dispositif physique de capture des données. L'extracteur de caractéristiques analyse les données qui lui sont fournies en entrée pour en extraire une ou plusieurs caractéristiques émotionnellement pertinentes. Un interpréteur reçoit les valeurs de plusieurs caractéristiques. Son rôle est d'en interpréter des émotions. Cette interprétation traduit le modèle des émotions considéré qui peut être un modèle discret [17], continu [11], ou componentiel [13]. Cette interprétation peut implémenter différents algorithmes (réseau de neurones [8], modèles de Markov cachés [12]), etc.). Le modèle « branche emotion » dispose également de deux types de composants non reliés à une logique "reconnaissance d'émotions": l'adaptateur et le concentrateur. L'adaptateur a pour rôle de modifier un flux de données. Il peut s'agir d'une simple modification de format comme d'un traitement lourd sans rapport avec la reconnaissance (suivi 3D par caméra par exemple). Le concentrateur a pour rôle d'amalgamer plusieurs flux de données selon une stratégie *ad hoc*.

Le logiciel eMotion est donc un assemblage de composants des types proposés dans la branche émotion, permettant ainsi extensibilité, modifiabilité et réutilisabilité.

Architecture interactive

Dans ce paragraphe nous abordons eMotion du point de vue d'un système interactif. En effet, le concepteur est capable de paramétrer, grâce à des *widgets* graphiques, chaque extracteur de caractéristiques du système. Le modèle PAC [5], initialement dédié aux systèmes interactifs, s'applique ici de façon originale permettant de paramétrer le canevas eMotion. Cette architecture est donc à concevoir de façon orthogonale à l'architecture fonctionnelle basée sur la branche émotion.

Le modèle PAC (Présentation, Abstraction, Contrôle) est un modèle d'architecture en interaction homme-machine basé sur des agents comportant trois facettes : la facette Présentation (P), la facette Abstraction (A), et la facette Contrôle (C). Un agent PAC est à la fois un système interactif et un constituant de système interactif. La facette Présentation prend en charge l'interaction avec

l'utilisateur en entrée et sortie. La facette Abstraction est le noyau fonctionnel du composant, comprenant ses différentes fonctionnalités. Enfin, la facette Contrôle permet le dialogue entre les facettes Présentation et Abstraction. Les agents PAC sont organisés en une hiérarchie (voir figure 2).

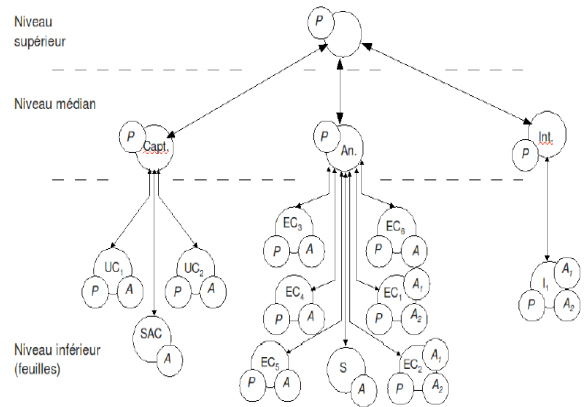


Figure 2 : Hiérarchie en agents PAC de l'application eMotion.

Le rôle des facettes Contrôle est donc également d'établir un dialogue avec des agents PAC pères ou fils, par l'intermédiaire de leurs facettes Contrôle.

La solution adoptée a consisté à créer un agent PAC par composant (quel que soit son niveau fonctionnel - Capture, Analyse ou Interprétation). La facette Abstraction de l'agent est le noyau fonctionnel du composant tandis que la facette Présentation définit l'interface graphique qui permet au concepteur de paramétrer le composant. Outre ces agents feuille de la hiérarchie, nous avons créé un agent PAC par niveau fonctionnel. Ces trois agents médians sont contrôlés par un agent PAC unique, racine de la hiérarchie. Les agents médians et la racine ont pour rôle de gérer les connexions entre leurs agents fils et également de rassembler les interfaces graphiques de chacun de ces composants. Leur rôle est principalement un rôle de contrôle.

Architecture implémentationnelle

L'architecture implémentationnelle d'eMotion applique donc de façon orthogonale les deux modèles d'architecture présentés : la branche émotion d'une part et PAC d'autre part. eMotion est un assemblage de composants de la branche émotion, reliés entre eux par des flux de données et construite selon les trois niveaux de Capture, Analyse et Interprétation. Chaque composant de la branche est un agent PAC, présentant donc une facette abstraction (le corps du composant), une facette présentation (un widget graphique) et une facette Contrôle, permettant la communication entre les deux autres facettes et avec les autres agents PAC.

Les niveaux de Capture, Analyse et Interprétation sont également implémentés sous la forme d'agent PAC. Les

composants d'un niveau sont tous des agents fils de l'agent correspondant à ce niveau. Leur rôle est d'établir les connexions entre les différents composants à l'intérieur d'un niveau. Enfin, un agent PAC racine établit les connexions et échanges de données entre les trois agents PAC de Capture, Analyse et Interprétation.

Intérêts de l'architecture

Cette architecture implémentationnelle présente deux avantages. Premièrement, elle supporte directement et incite la création de composants présentant un widget graphique. Elle facilite donc une réflexion sur la pertinence et le choix des paramètres modifiables par l'évaluateur, ainsi que le développement d'une interface permettant de modifier les paramètres retenus. Deuxièmement, les agents médians et racine peuvent réarranger les communications entre leurs agents fils. Ce choix architectural permet d'implémenter des choix de composants à l'exécution du programme, dans notre cas lors d'une évaluation.

IMPLEMENTATION ET ADAPTATION PAR LE DEVELOPPEUR, CONCEPTEUR DE SON PROPRE SYSTEME DE RECONNAISSANCE D'EMOTION

eMotion en tant que système de reconnaissance d'émotions se base sur les travaux de De Meijer [6], permettant une reconnaissance de l'émotion dans un cadre général. La figure 3 illustre l'architecture de la version actuelle de l'application eMotion. eMotion suit les trois niveaux de Capture, Analyse et Interprétation.

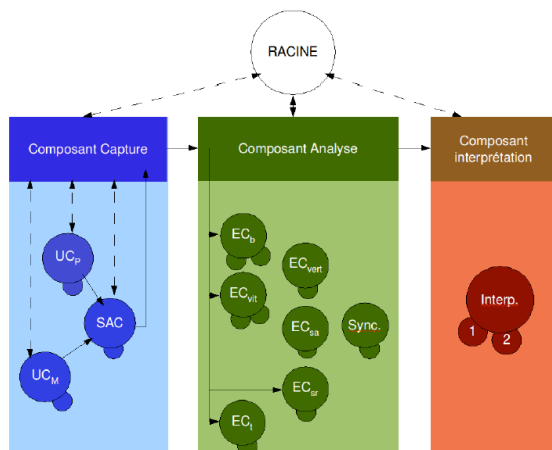


Figure 3: L'architecture de eMotion.

Deux unités de capture sont mises en jeu dans le niveau Capture d'eMotion, permettant d'utiliser une combinaison de capture du mouvement et une paire de capteurs à six degrés de liberté. Un composant "SAC" (synchronisateur – adaptateur - concentrateur) permet de concentrer les deux flux de coordonnées lorsque les deux dispositifs sont utilisés en conjonction.

Nous considérons cinq caractéristiques au niveau Analyse, issues de [6] : l'expansion du tronc, l'écartement des bras, la vélocité du mouvement et les composantes sagit-

tales et verticales du mouvement. La force n'a pas été prise en compte car nous disposons pas de capteurs permettant une telle mesure ; la directivité a été laissée de côté car son calcul ne permettait pas de respecter la contrainte de temps réel qui nous était imposée par notre cadre applicatif (la danse en improvisation²). Les caractéristiques calculées sont synchronisées en sortie du niveau Analyse grâce à un synchronisateur.

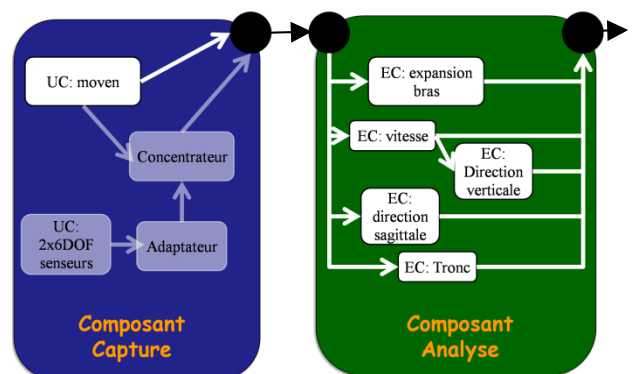
Au niveau Interprétation, un interpréteur combine les caractéristiques pour en inférer une émotion parmi les six émotions basiques d'Ekman.

Dans eMotion, les niveaux Capture, Analyse, et Interprétation sont concrétisés par une implémentation sous forme de composants Capture, Analyse et Interprétation. Cette implémentation en "sur-composants" est un choix implémentatif permettant de gérer chaque niveau de façon séparée. Chacun de ces sur-composants encapsule les divers composants du niveau qu'il représente. La plupart des flux entre composants peuvent être activés ou désactivés par choix du concepteur ou du système ; seul les flux activés en permanence sont représentés dans le schéma.

Chaque composant d'eMotion est donc à la fois un composant de la branche émotion et un agent PAC élément d'une hiérarchie. Cette hiérarchie se concrétise dans l'implémentation par l'encapsulation des composants par leur père. Dans la figure 3 qui illustre l'architecture finale d'eMotion, les facettes Présentation des agents PAC ont été omises afin de clarifier la figure.

Il existe deux types de communication dans eMotion :

1. Les communications de données qui regroupent les différents flux de données émis par les composants. Ces flux sont illustrés dans la figure 3.
2. Les communications de contrôle qui sont exclusivement verticales et permettent à un agent père de gérer les connexions des flux de données entre ses fils. Ces flux sont illustrés dans la figure 4.



² Chorégraphe et danseur professionnel, notre interlocuteur privilégié Gael Domenger appartient au Centre Chorégraphique National Malandain Ballet Biarritz.

Figure 4: Le mécanisme des contrôleurs (représentés par les disques noirs).

En ce qui concerne les communications de contrôle et pour le cas du composant Capture, les différents composants du niveau Capture produisent des données. Le flux final de l'assemblage au niveau Capture est envoyé à la facette Contrôle du composant Capture. Le flux est ensuite envoyé à la facette contrôle du composant Analyse, qui redistribue ce flux aux divers extracteurs de caractéristiques qu'il encapsule, et ainsi de suite pour l'Interprétation.

Un exemple de cette gestion de la communication est le choix du dispositif à utiliser par le concepteur. Si la combinaison seule est activée, la facette Contrôle du composant Capture active l'unité de capture correspondant à la combinaison, et connecte son flux de sortie à son propre flux de sortie afin de l'envoyer au composant Analyse. En même temps, le composant Capture signale à l'agent racine le système représentationnel utilisé en sortie du niveau Capture. Le composant racine transmet l'information au niveau Analyse. Si le concepteur choisit alors d'utiliser la paire de capteurs Polhemus seule, la facette contrôle du composant Capture désactive l'unité de capture de la combinaison, déconnecte son flux de sortie de sa propre sortie, active l'unité de capture des capteurs Polhemus et connecte le flux de couples de coordonnées à sa propre sortie. Encore une fois, le composant racine est prévenu du changement de système représentationnel ; l'information est transmise au composant Analyse.

PARAMETRISATION ET ADAPTATION PAR L'EVALUATEUR, ARCHITECTE DE SON SYSTEME D'EVALUATION

Dans une approche méthodologique centrée utilisateur l'évaluation des systèmes interactifs ubiquitaires par l'intermédiaire des tests utilisateurs semble a priori plus pertinente sur le terrain qu'en laboratoire d'utilisabilité. Cependant dans [10], il est montré que les résultats de la littérature sont contradictoires sur ce sujet et une autre approche est proposée. Elle complète l'approche laboratoire et l'approche terrain, c'est l'approche mise en situation réelle. eMotion dont la fonction est de capter en temps réel l'émotion du sujet, est une technologie adaptée à l'évaluation en situation réelle. Dans ce but, eMotion propose à l'évaluateur deux types de paramétrisation :

1. Chaque composant présente une interface graphique permettant de définir les paramètres relatifs au composant (par exemple, les paramètres d'extraction dans le cas d'un extracteur de caractéristique).
2. eMotion permet également à l'évaluateur de sélectionner, à l'exécution du logiciel, les composants à utiliser, permettant ainsi de mieux adapter la reconnaissance à l'évaluation en cours.

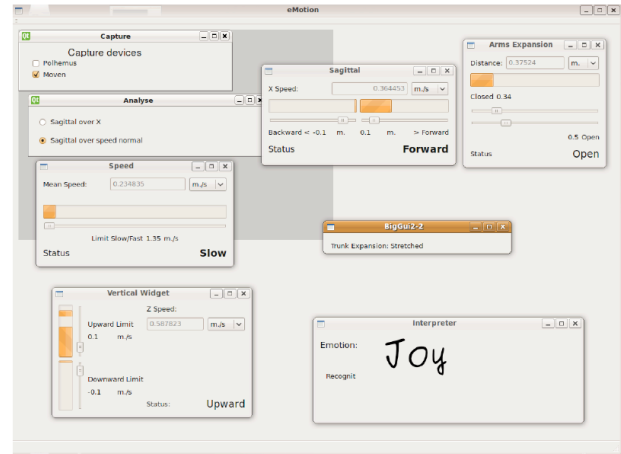


Figure 5: Capture d'écran de l'application eMotion

Paramétrisation des différents composants

Le système eMotion propose une interface graphique (voir figure 5) permettant de surveiller l'évolution des caractéristiques et des émotions reconnues. Elle est développée en C++ à l'aide de la librairie Qt4.5, permettant un développement multiplateformes. Cette interface graphique permet également au concepteur de choisir le dispositif à utiliser ainsi que le calcul de la composante sagittale du mouvement. A chaque composant correspond un *widget* graphique permettant au concepteur d'ajuster les paramètres. Le *widget* graphique du composant EC_b , calculant l'expansion des bras, permet ainsi d'évaluer la distance entre les deux poignets et de voir la valeur de sortie choisie par le composant au temps courant. Deux curseurs glissants permettent d'ajuster les seuils minimaux et maximaux pour considérer les bras respectivement ouverts ou fermés. De même, les *widgets* graphiques des extracteurs de caractéristique permettant de calculer la vitesse du mouvement (EC_{vit}), et les directions sagittale (EC_{sa}) et verticale (EC_{vert}) de ce mouvement illustrent les variations des valeurs sur lesquelles sont effectuées les seuillages et proposent des curseurs glissants permettant de modifier les seuils permettant l'attribution des valeurs de sortie. Les valeurs de sortie sont également affichées. Le *widget* graphique du composant calculant la courbure du tronc (EC_c) affiche la valeur de sortie de ce composant. Le *widget* du composant Interprétation affiche quant à lui l'émotion reconnue.

Choix du dispositif de capture

Les composants Capture et Analyse disposent également d'une interface graphique permettant au concepteur d'influer sur le comportement du système. L'interface du composant Capture permet au concepteur de choisir son dispositif d'entrée : combinaison Moven, capteur Polhemus, ou la combinaison des deux. L'interface du composant Analyse permet au concepteur de choisir le calcul de la composante sagittale du mouvement : en absolu (composante selon X) ou en relatif (par rapport à la normale au plan formé par le tronc et le bassin).

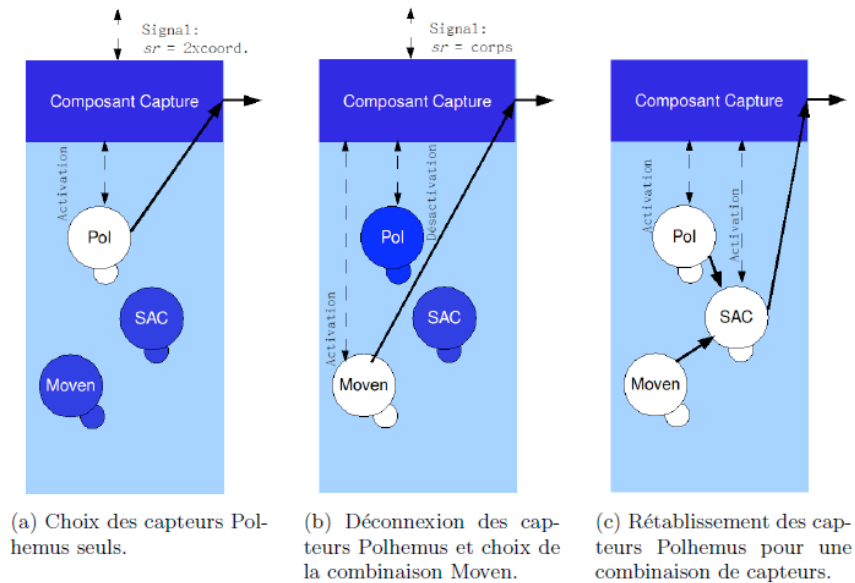


Figure 6 : Illustration du choix du dispositif pour un évaluateur.

Grâce à la hiérarchie du système en agents PAC et aux communications de contrôle entre facettes Contrôle des différents agents, chaque composant est capable de contrôler et réorganiser les connexions de ses agents fils à l'exécution. Les composants peuvent être ainsi activés ou désactivés et les flux de données redirigés par le composant père. Dans cette section nous présentons deux choix possibles :

1. le premier est le choix du dispositif, entraînant une réorganisation du fonctionnement interne du système en fonction du dispositif utilisé ;
2. le second est un choix au niveau Analyse.

La figure 6 illustre la séquence de choix du dispositif sur laquelle nous nous appuyons pour décrire les changements internes au composant Capture.

Au lancement du système, l'évaluateur se voit proposer le choix *via* un *widget* graphique du dispositif à utiliser : la combinaison de capture du mouvement Moven, les capteurs Polhemus, ou une combinaison des deux dispositifs. Dans ce dernier cas, les capteurs Polhemus sont affectés aux poignets du sujet et remplacent les mesures données par la combinaison. Ce *widget* graphique est la facette Présentation du composant Capture. La facette Contrôle de ce composant Capture est donc directement prévenue de la sélection ou désélection de l'un des dispositifs.

Lorsque l'évaluateur sélectionne l'utilisation des capteurs Polhemus (figure 6a) en cochant la case correspondante, le composant Capture active tout d'abord l'unité de capture correspondant aux capteurs. Le flux de sortie de l'unité de capture est connecté au flux de sortie du composant Capture. Ce dernier signale alors à l'agent racine que le système représentationnel utilisé est celui

d'un couple de coordonnées des poignets du sujet. Lorsque l'évaluateur sélectionne l'utilisation de la combinaison Moven (après être revenu à l'état initial du système en décochant l'utilisation des capteurs Polhemus), le composant Capture agit de façon similaire au paragraphe précédent (figure 6b) : l'unité de capture correspondant à la combinaison est activée, son flux de sortie connecté à la sortie du composant Capture, et un signal est envoyé à l'agent racine indiquant que le système représentationnel utilisé comporte les coordonnées du corps complet.

Lorsque l'évaluateur, après avoir sélectionné l'utilisation de la combinaison Moven, sélectionne également l'utilisation des capteurs Polhemus, la facette Contrôle du composant Capture entame le processus suivant, illustré à la figure 6c :

1. Le flux issu de la combinaison est déconnecté du flux de sortie du composant Capture.
2. L'unité de capture correspondant aux capteurs Polhemus est activée.
3. Les flux des deux unités de capture sont ensuite connectés au composant SAC (Synchronisation-Adaptation-Concentration). Ce composant synchronise tout d'abord les deux flux, traduit ensuite les coordonnées des capteurs Polhemus dans le repère de la combinaison Moven, et enfin remplace les coordonnées des poignets données par la combinaison par celles données par les capteurs. Le flux de sortie est donc un flux de coordonnées du corps complet.
4. Le flux de sortie du composant SAC est connecté à la sortie du composant Capture.

Contrairement aux paragraphes précédents, l'agent racine n'est ici pas notifié d'un changement de format des données dans la communication entre le niveau capture et le niveau analyse ; en effet, en connectant d'abord la

Moven puis en rajoutant les capteurs Polhemus, il n'y a pas de changement, le composant Capture délivre toujours les coordonnées du corps complet. Le composant Capture peut ainsi procéder à sa réorganisation interne sans en avertir son père.

Dans la version actuelle d'eMotion, l'utilisation simultanée de la combinaison et des capteurs Polhemus permet au concepteur de contrôler les poignets du sujet portant la combinaison, comme s'il tenait ses mains en face à face. Cette possibilité illustre la possibilité d'intégration de composants spécifiques à une expérimentation de type "Magicien d'Oz" : le sujet en combinaison se meut de façon naturelle, tandis qu'un compère utilise les capteurs Polhemus pour obtenir des valeurs franches de l'écartement des bras (bras complètement écartés ou complètement repliés).

Par exemple, d'un point de vue artistique et considérant notre travail avec des danseurs, l'utilisation simultanée des capteurs Polhemus et de la combinaison Moven permet à une personne tenant les Polhemus de "mener" les bras du danseur.

Le choix du dispositif impact le système, qui se réorganise entièrement pour profiter au maximum des capacités de la Moven, ou au contraire pour passer en un mode dégradé lorsque seuls les polhemus sont branchés.

Choix du composant d'extraction d'une caractéristique

Le second choix possible est le choix du calcul de la composante sagittale du mouvement. Deux composants permettent ce calcul dans notre système. Le composant *SagA* (pour Sagittal Absolu) calcule la composante sagittale du mouvement dans un repère fixe. Dans le cadre d'un spectacle de danse par exemple, cette caractéristique permet de savoir si le danseur se déplace vers l'avant de la scène (donc vers le public) ou vers l'arrière. Le composant *SagR* (pour Sagittal Relatif) calcule le déplacement sagittal par rapport à l'orientation du tronc et est donc relatif au sujet. Cette caractéristique traduit un déplacement en avançant ou en reculant. Ce dernier composant nécessite les informations concernant le tronc du sujet et n'est donc disponible que lorsque le système représentationnel des coordonnées du corps est utilisé. L'évaluateur peut sélectionner l'un ou l'autre de ces composants grâce à un *widget* graphique, qui est la facette Présentation du composant Analyse. Initialement, le composant *SagA* est actif. Le choix du calcul d'une composante sagittale relative est directement signifié au composant Analyse. Celui-ci déconnecte alors les flux d'entrée et de sortie du composant *SagA* et connecte l'entrée du composant *SagR* à son propre flux d'entrée. Il connecte ensuite le flux de sortie du composant *SagR* à son propre flux de sortie. Cette réorganisation est interne au composant Analyse et ne modifie pas son flux de sortie. Le reste du système n'est donc pas notifié de cette réorganisation.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons présenté le système interactif eMotion de reconnaissance d'émotions par la gestuelle. L'architecture d'eMotion repose sur le découpage fonctionnel en trois niveaux Capture, Analyse et Interprétation qui se transposent dans son implémentation. eMotion instancie le modèle de la branche émotion et s'appuie sur le modèle PAC pour permettre l'implémentation d'interactions graphiques avec le concepteur. La version actuelle d'eMotion valide ces deux propositions en proposant un système de reconnaissance basé sur le mouvement avec interface graphique et possibilité de choisir les composants à utiliser selon la situation, en laissant le choix du dispositif à utiliser et du mode de calcul de la composante sagittale du mouvement.

L'architecture d'eMotion permet l'intégration de composants sous forme d'agents présentant trois facettes : une facette Abstraction pour le cœur fonctionnel du composant, une facette Présentation pour son interface, et une facette Contrôle permettant le dialogue entre les deux autres facettes et avec le reste du système. L'intégration de l'interface est donc au cœur de la conception. Lors de la création d'un nouveau composant, l'architecture invite à la réflexion sur les éléments qui peuvent être paramétrés par un utilisateur (un évaluateur). Nous proposons donc eMotion comme technologie pour les évaluations voulant prendre en compte l'émotion des sujets. Nous avons montré que son architecture rend aisée d'ajouter des composants paramétrables pour s'adapter à des besoins spécifiques et qu'elle est un atout pour son utilisation en temps qu'outil d'aide à l'évaluation. En effet, outre l'intégration de *widget* graphique pour piloter les différents composants, sa structure hiérarchique permet de réorganiser, à l'exécution, les communications entre les différents composants.

Une des perspectives de ce travail est de montrer, en nous appuyant sur le logiciel eMotion, que la reconnaissance informatique des émotions en temps réel peut être un outil d'évaluation d'un environnement de travail. En effet, l'expression émotionnelle d'un individu est influencée par sa personnalité bien sûr, mais également par sa position (assis ou debout), les contraintes qui s'exercent sur lui (protections par exemple) ou l'agencement de son environnement de travail. L'expression émotionnelle par le mouvement est particulièrement sensible à ces divers facteurs et il semble donc pertinent d'observer et de relever ce ressenti (bien-être, mal-être, émotions) en vue d'améliorer l'environnement de travail.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bloch, H., Chemama, R., Gallo, A., Leconte, P., Le Ny, J.F., Postel, J., Moscovici, S., Reuchlin, M. and Vurpillot, E., *Grand dictionnaire de la psychologie*. Larousse, 1973.

2. Clay, A., Couture, N. and Nigay, L., Engineering affective computing : a unifying software architecture. In *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction and Workshops, 2009. (ACII'09)*, pages 1–6, 2009.
3. Clay, A., Couture, N. and Nigay, L., Towards Emotion Recognition in Interactive Systems: Application to a Ballet Dance Show. In *WinVR'09, Proceeding of the World Conference on Innovative Virtual Reality*, ASME-AFM, pages 19–24, 02 2009.
4. Clay, A., Delord, E., Couture, N., and Domenger, G., Augmenting a ballet dance show using the dancer's emotion: Conducting joint research in dance and computer science. In *Arts and Technology, volume 30 of Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, pages 148–156. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
5. Coutaz, J., PAC, an object oriented model for dialog design. In H.J. Bullinger and B. (eds.) Shackel, editors, In *Proceedings of the 2nd IFIP International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 87)*, volume 87, pages 431–436, 1987.
6. DeMeijer, M., The contribution of general features of body movement to the attribution of emotions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 13(4):247–268, 1989.
7. Ekman, P., Basic emotions. *The handbook of cognition and emotion*, pages 45–60, 1999.
8. Ioannou, S., Kessous, L., Caridakis, G., Karpouzis, K., Aharonson, V., and Kollias, S., Adaptive on-line neural network retraining for real life multimodal emotion recognition. *Lecture Notes in Computer Science*, 4131:81, 2006.
9. Jaimes, A., and Sebe, N., Multimodal human-computer interaction: A survey. *Comput. Vis. Image Underst.*, 108(1-2):116–134, 2007.
10. Jambon, F., Mandran, N., Meillon, B., et Perrot, C., Évaluation des systèmes mobiles et ubiquitaires : proposition de méthodologie et retours d'expérience, In *Ergo-IA'08 "L'humain au cœur des systèmes et de leur développement"*, Biarritz, France, pp. 107-116, 2008.
11. Jin X., and Wang Z., An Emotion Space Model for Recognition of Emotions in Spoken Chinese. In *Proceedings of the First International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, page 397. Springer, Beijing, Chine, 2005.
12. Kapoor, A., Picard, R.W., and Ivanov, Y., Probabilistic combination of multiple modalities to detect interest. In *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'04)*, volume 3, pages 969–972, Washington, DC, USA, 2004. IEEE Computer Society, 2004.
13. Lisetti, C.L., Le paradigme MAUI pour des agents multimodaux d'interface homme machine socialement intelligents. *Revue d'Intelligence Artificielle, Numero Special sur les Interactions Emotionnelles*, 20(4-5) :583–606, 2006.
14. Pantic, M., Sebe, N., Cohn, J.F., and Huang, T., Affective multimodal human-computer interaction. In *MULTIMEDIA '05: Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, pages 669–676, New York, NY, USA, 2005. ACM.
15. Picard, R.W., *Affective computing*. MIT press, 1997.
16. Scherer, K.R., Which emotions can be induced by music? What are the underlying mechanisms? and how can we measure them ? *Journal of New Music Research*, 33(3):239–251, 2004.
17. Volpe, G., *Computational models of expressive gesture in multimedia systems*. PhD thesis, University of Genova, 2003.
18. Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G.I, and Huang, T.S., A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 31(1):39–58, 2009.
19. Scherer, K.R. On the nature and function of emotion: a component process approach. Approaches to emotion. NJ: Erlbaum, Hillsdale, k.r. scherer and p. ekman (eds.) edition, 1984.