

Recherche d'une classification d'états émotionnels à des fins de nouvelles interactions Humain Environnement

Viviane Gal, Eric Gressier-Soudan

▶ **To cite this version:**

Viviane Gal, Eric Gressier-Soudan. Recherche d'une classification d'états émotionnels à des fins de nouvelles interactions Humain Environnement. Actes de la 28ième conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, Oct 2016, Fribourg, Suisse. pp.307-313, 10.1145/3004107.3004143 . hal-01384351

HAL Id: hal-01384351
https://hal.science/hal-01384351

Submitted on 19 Oct 2016

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.

Recherche d'une classification d'états émotionnels à des fins de nouvelles interactions Humain Environnement

Viviane Gal
Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique et Communications (CEDRIC) / Conservatoire National des Arts et Métiers (Cnam)
75003, Paris, France
viviane.gal@cnam.fr

Eric Gressier-Soudan
Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique et Communications (CEDRIC) / Conservatoire National des Arts et Métiers (Cnam)
75003, Paris, France
eric.gressier-soudan@cnam.fr

© ACM, 2016. This is the author's version of the work. It is posted here by permission of ACM for your personal use. Not for redistribution. The definitive version was published in Actes de la 28ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, 2016.
http://dx.doi.org/10.1145/3004107.3004143

Résumé
Les expérimentations décrites dans cet article constituent une première phase d'une étude plus globale. Cette étude porte sur la conception d'une nouvelle interaction humain environnement, calme et intelligente, dans un univers ludique, alliant rétroaction biologique et états émotionnels. Les données quantitatives issues des expérimentations sont étudiées grâce aux réseaux de neurones et cartes de Kohonen pour établir une classification modèle émotionnelle.

Mots Clés
Interaction humain environnement ; états émotionnels ; jeux ; expérimentations ; capteurs physiologiques ; data mining ; classification.

Abstract
The experiments described in this paper are the first steps of a wider study. This study focuses on the design of a new human environment interaction, calm and intelligent, in a playful world, combining biofeedback and emotional states. Neural networks and Kohonen maps are used to establish an emotional classification form the quantitative data issued from the experiments.

Author Keywords
Human environment interaction; emotional states; games; experiments; physiological sensors; data mining; classification.

ACM Classification Keywords
H.1.2 User/Machine Systems - *Human factors*, H.5.m Miscellaneous, I.5.1 PATTERN RECOGNITION - *Neural nets*

Introduction

Cette contribution s'inscrit dans une étude globale sur la conception de nouvelles liaisons interactives Humain Environnement dans les jeux vidéo, les jeux pervasifs[1] ou ubiquitaires[2] où sont introduits la rétroaction biologique (biofeedback) et les états émotionnels. Nous mettrons en œuvre des capteurs et autres dispositifs distants de type technologie calme[3] telle que définie par Mark Weiser [14, 15], à caractère non intrusif, invisible, s'intégrant aux objets augmentés de l'humain et son environnement. Donc, les captations physiologiques seront prises à distance. Une étape préliminaire de compréhension des processus émotionnels et énergétiques de l'humain s'impose. Nous avons mis en place une méthodologie et une expérimentation faisant l'objet de ce papier. Notre but est d'établir une classification étalon liant les signaux acquis et des états émotionnels. Une telle classification n'existe pas actuellement mais des travaux comme [10, 11, 12] ont guidé notre démarche même si notre approche est différente car tendant à trouver à l'aveugle une carte combinant états affectifs et signaux physiologiques.

[1] Identification et localisation possible directement par l'objet

[2] Informatique intégrée, enfouie, omniprésente dans les objets usuels intelligents du monde réel accessibles aux usagers

[3] http://www.ubiq.com/weiser/calmtech/calmtech.htm (consulté le 2 juin 2015)

Différents domaines et progrès technologiques, interdépendants, nourrissent nos travaux mais ne sont pas présentées ici : *les médecines énergétiques*, *la neuropsychologie*, *les neurosciences, la psychologie*, *la biologie et la psychobiologie, la physique,* sans compter les études sur *l'affective computing* [11].

La réalisation d'un protocole expérimental et d'une méthodologie par visualisation de l'analyse de signaux physiologiques à l'aide de réseaux de neurones constitue notre contribution. En effet, le travail d'analyse de données est souvent difficile pour des personnes non initiées. De ce fait, la visualisation étant expressive, elle offre une approche plus simple des données. Les signaux physiologiques ont été retenus car plus difficiles à cacher ou à contenir par l'individu, choix conforté par les travaux de thèse [5]. Dans la section « Matériel et méthodes », est décrite la mise en œuvre de l'expérimentation qui a permis de procéder aux mesures de variables physiologiques. Nous avons exploité les idées d'un système émotionnel et l'évolution des émotions dans le temps de [6, 7, 9, 11, 13, 16]. Nos premiers résultats sont présentés avant la section « discussion » exposant aussi les travaux en cours.

ACM Copyrights & Permission Policy

Matériel et méthodes

Dans une première étape, afin de définir notre socle, quatre biocapteurs de contact, s'appliquant à nos variables, ont été privilégiés et sont décrits ci-dessous. Ils ont été choisis pour leur coût, leur simplicité d'utilisation, et surtout, pour déceler des états émotionnels selon les indices obtenus des valeurs physiologiques. La combinaison des variables vise à nous renseigner sur les états recherchés.







Figure 1 : CFM - ceinture thoracique ou abdominale, GSR et T - bagues souples modulables, Respiration - ceinture thoracique

Facteurs étudiés : Les facteurs étudiés sont les suivants : la *GSR (Galvanic Skin Response) ou RED (résistance électrodermale),* variation de la résistance électrique de la peau provoquée par l'activité des glandes sudoripares suite à une excitation sensorielle, appelée réflexe psychogalvanique ; les *BPM (battements par minute),* pulsations ou fréquences cardiaques désignant les variations électriques nées de la contraction des muscles cardiaques, évoluant en fonction de l'état émotionnel ; la *Respiration,* pourcentage de déformation lié à l'amplitude respiratoire provenant des mouvements de la cage thoracique (inspiration, expiration). Certains travaux relatifs à la fréquence respiratoire convergent sur des points de reconnaissance d'émotions [10, 12] ; *T°*, la température, fonction des émotions [2, 8]. Ces facteurs seront corrélés, si nécessaire, aux images faciales et actions sur écran enregistrées, pour fournir une aide à la décision lors de l'analyse des données. L'étude de ces facteurs et leurs combinaisons vise à indiquer l'état émotionnel dans lequel se trouve le sujet à chaque instant.

Matériel expérimental, dispositif et variables : L'environnement matériel est composé d'un PC utilisateur, d'enceintes, d'un casque neurosky[4], de logiciels de jeux, des applications utiles à l'expérience et d'un PC central avec le logiciel de capture des données[5] liées aux quatre capteurs physiologiques sans fil (*figure 1*) communiquant via un convertisseur analogique numérique[6]. Nous avons également usé, avant et après la ou les expériences vécues, d'un physioscan[7] ayant permis d'enregistrer des informations sur des traits affectifs. Ces données ne seront pas abordées ici car nous traitons en priorité les données quantitatives des capteurs. Cyberlink Youcam et CamStudio ont servi aux enregistrements du visage et de l'écran du participant, notés vidéo_p dans la suite. Nous avons élaboré des questionnaires sur les dispositifs matériels et ressentis lors de chaque expérience ainsi que des documents de droit et de sécurité.

Quatre matériaux ont été créés ou choisis pour les besoins de l'expérimentation : **-** *Un film personnel* d'une vingtaine de minutes contenant une succession d'extraits de films et d'images avec des temps calmes et forts pour disposer de stimulus. Nous n'avons pas opté pour la base de données images International Affective Picture System (IAPS) car nous n'avons pas pu nous la procurer et, à cause des résultats obtenus à partir de cette base, non concluants, mentionnés dans [1]. Jusqu'à présent, l'utilisation d'images fixes n'a pas démontré de résultats solides dans les activités de reconnaissance émotionnelle sur lesquels se fonder [4]. Nous avons donc préféré créer un support riche en variations. **-** *Une expérience* associée au casque neurosky Mindwave *de concentration/méditation*, pour tester l'utilisation d'une seule électrode frontale et évaluer les fluctuations physiologiques. **-** *Un jeu vidéo* d'horreur 3D « SCP – 087 »[8], de type ambiance, pour son impact au niveau de la fréquence cardiaque et de la sudation. **-** *Un jeu de stratégie* : le jeu de la molécule[9]. Chaque matériau constitue le support de prise de données : physiologiques, images, réponses. Les variables mesurées

[4] http://store.neurosky.com/pages/mindwave

[5] Logiciel CAPTIV d'acquisition de mesures (http://teaergo.com/drupal/fr/produits/fabricants/tea/logiciel-captiv)

[6] Développés par **TEA (Technologie, Ergonomie, Applications)**

[7] Physioscan : analyseur de biofréquences de Physioquanta. Nous avons utilisé le pack émotionnel.

[8] http://scp-087.softonic.fr/

[9] http://udock.fr/ - Interactive Protein Docking

Start time : 09/02/2013 18:15:21
Frequency : 32 Hz
Unit : uS
Start time : 09/02/2013 18:15:21
Frequency : 32 Hz
Unit : °
Start time : 09/02/2013 18:15:21
Frequency : 16 Hz
Unit : BPM

Respiration	GSR	Temperature	CFM
-18,67	-28,879	21,847	85
-18,67	-28,841	21,86	85
-18,67	-28,804	21,86	85
-18,67	-28,766	21,847	85
-18,67	-28,729	21,86	85
-18,67	-28,679	21,847	85
-18,67	-28,628	21,86	85
-18,67	-28,591	21,847	85
-18,67	-28,566	21,847	85
-18,67	-28,566	21,86	85
-18,67	-28,553	21,847	85
-18,67	-28,553	21,847	85
-18,67	-28,541	21,847	85
-18,67	-28,541	21,86	85
-18,67	-28,541	21,847	85
-18,67	-28,541	21,86	85
-18,67	-28,528	21,847	85
-18,67	-28,516	21,847	85
-18,67	-28,503	21,847	85
-18,67	-28,491	21,86	85
-18,67	-28,491	21,847	85
-18,67	-28,491	21,86	84
-18,67	-28,478	21,847	84
-18,67	-28,478	21,847	84
-18,67	-28,478	21,86	84
-18,67	-28,466	21,847	84
-18,67	-28,466	21,86	84
-18,67	-28,453	21,86	84
-18,67	-28,453	21,847	84
...	...	...	...

Figure 2 : Exemple d'extraction des données issues des capteurs. L'entête fournit la date et l'heure ainsi que les caractéristiques (unités et fréquences) des capteurs. 4 colonnes représentent les données recueillies par chaque capteur : respiration, GSR, température et CFM.

sont issues d'une seule cible constituée de personnes de seize ans et plus. Les variables dépendantes sont les valeurs provenant des capteurs reliés à un récepteur (T-DAC) de longue portée, 45 m, qui transfère les mesures au PC. Le T-DAC dispose d'une bande passante de 768 Hz et est aussi un convertisseur numérique vers analogique qui permet la synchronisation entre les capteurs et d'autres appareils de mesures ou d'acquisition compatibles avec le logiciel d'acquisition Captiv.

Mise en œuvre – a)Déroulement : Chaque volontaire avait le choix entre une, deux, trois ou quatre expériences. Tout test commencé pouvait être interrompu à tout moment. Lors de l'arrivée d'un candidat, le dispositif global lui était présenté et le document d'accord de participation était complété. Les capteurs étaient ensuite installés et testés. Les capteurs GSR et T étaient placés au niveau des orteils et non des doigts afin de libérer les mains dans les interactions clavier souris. Lors des expériences, les capteurs transmettaient les signaux physiologiques en continu jusqu'à la fin de l'expérience. Celle-ci n'était pas interrompue en cas de dysfonctionnement d'un capteur de façon à ne pas biaiser les résultats. Les informations étaient enregistrées sur un ordinateur dédié. Pendant ce temps, deux films étaient réalisés. L'un portait sur ce qui se déroulait sur l'écran du PC utilisateur, l'autre enregistrait le visage de l'utilisateur. Chaque fin d'expérience était ponctuée par la réponse à un questionnaire adapté à cette expérience.

b) Données obtenues : Soixante sept expériences ont été enregistrées à partir de 9 femmes et 14 hommes de 23 à 66 ans. Nous avons collecté environ 195 212 données quantitatives par personne et par expérience issues des capteurs (*figure 2*), 67 interviews issues des questionnaires et 138 fichiers du physioscan. Aucun des participants n'a interrompu le processus expérimental. La *figure 3* illustre l'intégration des vidéo_p aux données physiologiques grâce aux synchronisations.

c) Analyses et exploration graphique et statistique : Nous avons utilisé le logiciel R[10] pour ses fonctionnalités de visualisation faciles à exploiter et utiles à notre investigation. Les signaux ont été analysés à l'aveugle de façon à favoriser l'émergence de patrons émotionnels sans biaiser les résultats. Nous avons sélectionné pas à pas 12 expériences, couvrant un panel représentatif des participants, qui nous ont servi à construire notre méthode. Une fois cette méthode accréditée, nous pourrons l'appliquer à toutes nos données. La phase suivante a consisté en une exploration graphique et statistique à l'aide d'outils comme ggplot[11] et jitter disponibles dans R. Chaque expérience a subi le même traitement avec un découpage des données en quart temps afin de suivre leur évolution dans le temps. Nous avons ainsi mis en avant les régularités ou tendances intéressantes mais aussi les erreurs et ainsi procédé à leur nettoyage et mise en forme. La *figure 4* montre un exemple d'exploration sur des données de respiration pour 2 individus et les conséquences. Ce travail a permis d'écarter 4 expériences non valides sur les 12 choisies.

d) Fouille de données : Les cartes de Kohonen[12] ou SOM (self organizing maps) ont été appliquées afin de former des classes de neurones. La topologie de la carte définit les voisinages et les liaisons des neurones. L'intérêt de ces cartes est la visualisation simplifiée d'un ensemble

[10] https://www.r-project.org/

[11] http://ggplot.yhathq.com/

[12] http://bms.revues.org/829

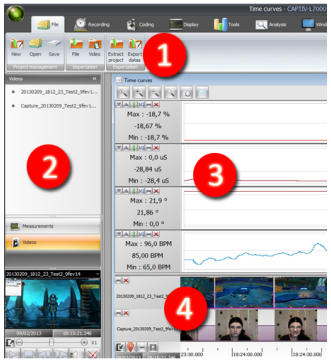


Figure 3 : Exemple d'écran issu du logiciel d'acquisition associant les courbes provenant des mesures physiologiques et des vidéo_p synchronisés. **1** correspond à l'interface utilisateur, **2** informe sur les différents éléments intégrés (capteurs, vidéo, ...), **3** représente les courbes enregistrées des capteurs (ici 4 courbes) et **4** affiche les vidéo_p.

multidimensionnel et la partition de l'ensemble des données en groupements similaires. Cette méthode semble appropriée à l'apprentissage et l'analyse de nos données en mode non supervisé. En effet, notre objectif est la découverte de la structure plus ou moins cachée de ces données. Il existe maintes façons de visualiser les cartes. Dans la section suivante nous exposons les premières observations issues d'une *carte dite des « codebook vectors »*(*Image 1*), donnant les premiers éléments d'interprétation ainsi que les caractéristiques de la donnée moyenne liées à chaque neurone et d'une *carte SOM en structure hexagonale* (*Image 2*) sous forme de clusters.

Premiers résultats

L'image 1 est un résultat de la carte SOM, qui se lit de bas en haut et de gauche à droite, sur 8 expériences. La grille a été initialisée à 30 x 30, soit 900 neurones. Chaque diagramme circulaire est un neurone référent qui a capté la valeur moyenne des données. C'est un vecteur de dimension 4 (nos 4 variables). On observe, par exemple, que le neurone 1 en bas à gauche montre l'importance des GSR et BPM et que le neurone 900 affiche une respiration importante. Ces observations offrent des informations sur les combinaisons et associations par spécialisation des neurones et sont à relier aux stimulus issus des matériaux expérimentaux. C'est l'opération d'étiquetage que nous avons débutée.

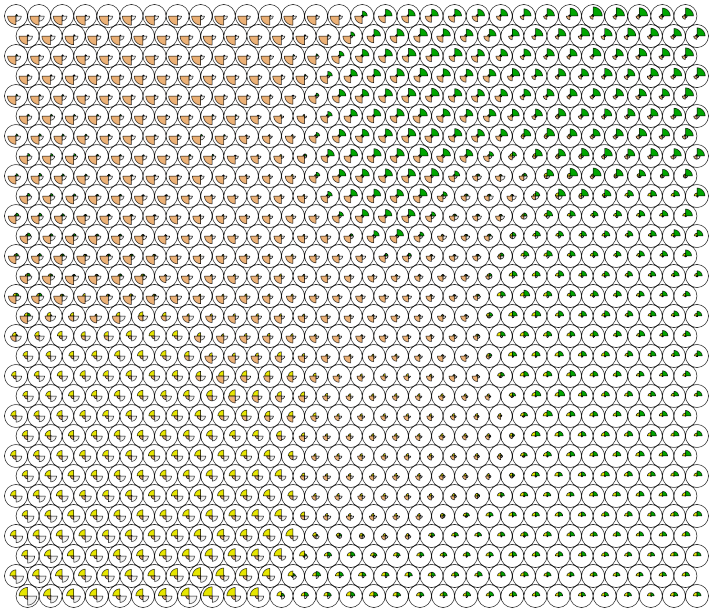


Image 1 : Chaque portion de diagramme circulaire correspond à une de nos variables : en vert la respiration, en jaune l'activité électrodermale, en orangé la t°, en blanc la fréquence cardiaque.

Sur la carte, *image 2*, sont listées les observations classées par le neurone. Les observations semblables ont la même projection. La carte montre que chaque expérience se place dans une partie distincte de la carte. Ce qui pourrait laisser entendre que les particularités de chaque expérience ont été prises en compte par l'apprentissage.

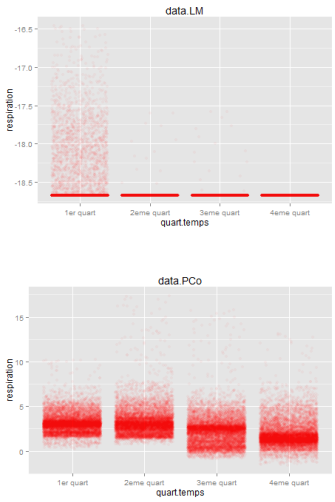


Figure 4 : Chaque graphique représente les données de la respiration pour 2 individus différents (LM et PCo), découpées par quart temps afin d'observer leur évolution dans le temps.

Le 1er graphique affiche des valeurs constantes sur la presque totalité de l'expérience indiquant un manque de crédibilité des données recueillies contrairement au 2e graphique qui offre des données apparemment valides.

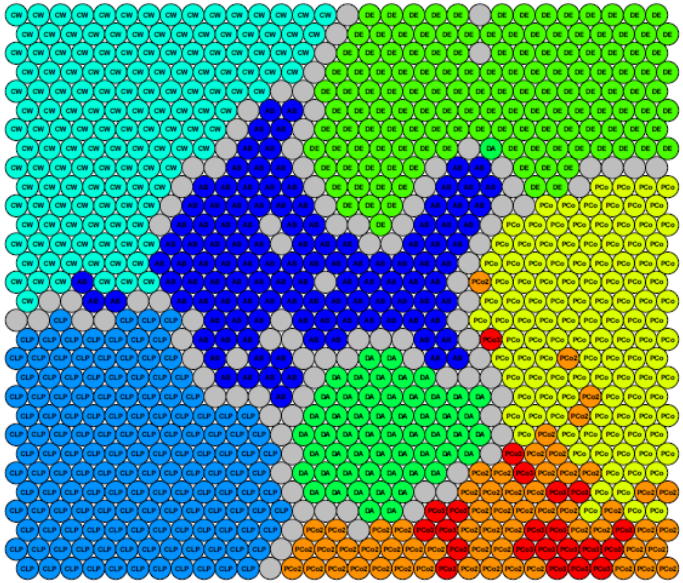


Image 2 : Chaque cercle est un neurone. Les lettres au centre sont les initiales des participants ayant fait la même expérience. L'un d'entre eux a pris part à 2 autres expériences. Les neurones vides, en gris, semblent former des frontières séparant les données en 6 groupes identifiés par des couleurs différentes (CW en turquoise, DE en vert-jaune, AB en bleu foncé, CLP en bleu, DA en vert pomme, PCo en jaune, PCo2 en orange et PCo3 en rouge).

Il semblerait que les cartes de Kohonen soient capables de reconnaître des individus ou des types d'individu. Nous pouvons voir dans la partie sud-est de la carte, une association de neurones jaunes, oranges et rouges issus de l'individu ayant participé à 3 expériences différentes.

L'apprentissage aurait-il bien reconnu et regroupé les caractéristiques d'un type d'individu ? Nous poursuivons nos investigations pour consolider notre méthodologie car cette voie semble prometteuse.

[3] est consultable pour plus d'informations sur ces dispositifs, démarches et méthodes.

Discussion et conclusion

Les premières analyses à l'aveugle nous laissent penser que des résultats pertinents semblent émerger, comme la possibilité de reconnaître un type d'individu. Il est donc nécessaire d'approfondir l'analyse des données en exploitant toutes les courbes et cartes obtenues. Nous procédons de plus à l'opération d'étiquetage des neurones afin de déterminer si le passage d'un groupe de neurones à un autre est lié à un changement émotionnel, i.e. un changement d'état. Ce travail est réalisé à partir de courbes de nuages de points traduisant le déplacement des données entre les clusters de neurones. Il s'agit d'une opération longue et fastidieuse. Notre méthodologie se met en place progressivement et pourra être utilisée par toute personne menant des expériences de mesures. La cartographie obtenue va nous servir de référence pour nos nouvelles mesures à distance. En parallèle et compte-tenu des anomalies observées sur des variables dans certaines expériences nous devons réfléchir aux choix des méthodes à privilégier comme la *régression linéaire* (pour prédire un phénomène ou l'expliquer) ou *non linéaire* (pour ajuster un modèle) ou les *modèles de Markov cachées(MMC)* fondées sur le modèle de Markov. Ces MMC permettraient de travailler sur les séquences d'observations générées par les états cachés et sembleraient répondre à notre problématique sur le passage d'un état émotionnel à un autre.

Remerciements

Nos remerciements vont à *F. Sailhan* pour ses précieux conseils, *N. Gal* pour les conseils en psychologie et aide, *F. Badran* et *Y. Méziane* de l'équipe d'analyse de données et data mining et *G. Clair* pour l'analyse sous R, riche et long parcours de réflexions et progressions.

Bibliographie

1. Abdat, F., 2010 Reconnaissance automatique des émotions par données multimodales : expressions faciales et signaux physiologiques – thèse soutenue le 15 juin 2010 à l'université Paul Verlaine de Metz.
2. Ekman, P., Levenson, R.W. , et Friesen, W.V., *Autonomic nervous system activity distinguishes between emotions*, Science, 221(4616) : 1208-1210, 1983.
3. Gal, V., "Vers une nouvelle interaction Homme Environnement dans les jeux vidéo et pervasifs : rétroaction biologique et états émotionnels", Date de dépot: 2016/02/01, Nb pages 42, (Tech. Rep.: CEDRIC-16-3652). http://cedric.cnam.fr/index.php/publis/article/Gal16
4. Gbehounou, S., Lecellier, F., Fernandez-Maloigne, C., Extraction de l'impact emotionnel des images. Traitement de Signal, 2012, pp.409-432.<hal-00863786>
5. Hamdi, H., 2012 Plate-forme multimodale pour la reconnaissance d'émotions via l'analyse de signaux physiologiques : application à la simulation d'entretiens d'embauche – thèse soutenue le 3 décembre 2012 à l'université d'Angers
6. Kassam, K.S., Mendes, W.B., (2013) The Effects of Measuring Emotion: Physiological Reactions to Emotional Situations Depend on whether Someone Is Asking. PLoS ONE 8(6): e64959. doi:10.1371/journal.pone.0064959
7. Kreibig, S.D., Samson, A.C., Gross, J.J., Psychophysiology, 50 (2013), 799–811. Wiley Periodicals, Inc. Printed in the USA. Copyright © 2013 Society for Psychophysiological Research DOI: 10.1111/psyp.12064
8. McFarland, R.A., *Relationship of skin temperature changes to the emotions accompanying music*, Applied Psychophysiology and Biofeedback, 10(3) : 255-267, 1985.
9. Nakasone, A., Prendinger, H., Ishizuka, M., 2005 Emotion Recognition from Electromyography ans Skin Conductance. In Proceedings 5th International Workshop on Biosignal Interpretation (BSI-05)
10. Naqvi, N., Rainville, P., Bechara, A., et Damasio, R.A., *Basic emotions are associated with distinct patterns of cardiorespiratory*, International Journal of Psychophysiology, 61(1) : 5-18, 2006.
11. Picard, R.W., *Affective computing*, MIT Press 2000.
12. Ritz, T., et al., *Guidelines for mechanical lung function measurements in psychophysiology*, Psychophysiology, 39(5) : 546-567, September 2002.
13. Stellar, J. E., Cohen, A., Oveis, C., & Keltner, D. (2015, January 26). Affective andPhysiological Responses to the Suffering of Others: Compassion and Vagal Activity. Journalof Personality and Social Psychology. Advance online publication. http://dx.doi.org/10.1037/pspi0000010
14. Weiser, M., 1991 The computer for the 21st century. Scientific American, 265(3), 94-104, 1991
15. Weiser, M., Brown J.S., 1996 The coming age of calm technology, Xerox Parc, 1996
16. Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G.I., Huang, T.S., fellow, A survey of affect recognition methods: audio, visual, and spontaneous expressions. IEEE Transaction on Pattern Analysis Machine Intelligence. 2009 Jan;31(1):39-58. doi: 10.1109/TPAMI.2008.52.