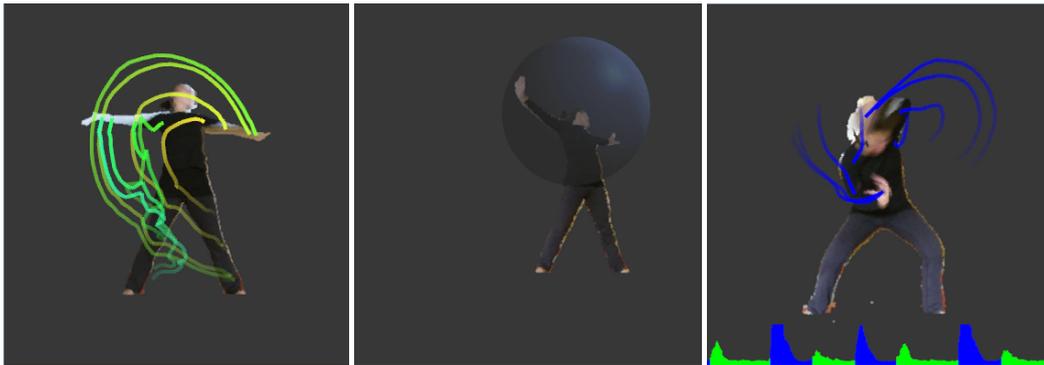


# Représentation augmentée pour les arts corporels internes

Éric Bittar et Olivier Nocent

CRESTIC, Université de Reims Champagne Ardenne



**Figure 1 :** Exemples de représentations augmentées d'un art corporel interne : empreintes des articulations, visualisation d'une sphère d'intention et corrélation entre la respiration et le geste

## Résumé

L'utilisation de capteurs low-cost pour numériser le mouvement trouve une application naturelle avec les arts corporels internes. Ces disciplines présentent des formes corporelles dynamiques cycliques dont le pouvoir évocateur est lié à la variation de rythmes des mouvements et à la qualité de présence de l'exécutant. La représentation numérique de ces formes en réalité augmentée fait appel à des modes de visualisation qui en soulignent la dynamique particulière.

## Abstract

The use of low-cost sensors to scan the movement is a natural application with internal bodily arts. These disciplines present dynamic and cyclic body shapes whose evocative power is related to the change of movement rhythms and quality of presence of the performer. The digital representation of these forms using augmented reality lies in display modes that emphasize their particular dynamics.

**Mots clé :** Acquisition de mouvement, réalité augmentée, enseignement

## 1. Introduction

### 1.1. Contexte des arts corporels internes

Notre objet d'étude consiste en l'enseignement des arts corporels internes. Ces arts se caractérisent par une recherche d'harmonie entre les gestes effectués et l'intention à l'origine du geste. Par conséquent cette pratique s'inscrit dans une approche holistique où la posture, la respiration, l'état de relaxation participent à la bonne intégration de gestes codifiés.

L'enseignement d'une pratique corporelle consiste traditionnellement en deux aspects : la démonstration, où l'enseignant montre le geste à effectuer, et l'explicitation verbale des mouvements et des postures (comment placer la main, ou

comment basculer le bassin par exemple). La dimension holistique est difficile à percevoir pour un néophyte et nécessite un troisième aspect pédagogique, qui vise à la découverte personnelle de l'importance du souffle comme moteur naturel. Contrairement à la gymnastique, il s'agit là de ressentir comment l'élan du mouvement est initié par une conscience interne, et non par une volonté de bien faire pour reproduire un geste à l'identique.

### 1.2. Apport des technologies numériques

Notre contribution, présentée dans cet article, propose une approche pour répondre à cette problématique pédagogique. Et au delà de cette dimension, nos développements permettent également des effets artistiques qui peuvent enrichir

une démonstration ou une chorégraphie. Dans les sections suivantes, nous décrivons une solution, basée sur les technologies numériques, visant à augmenter notre perception du geste afin d'en saisir la globalité sensible.

L'objectif de cette augmentation ne consiste pas à effacer l'enseignant derrière l'outil technologique. Mais au contraire, par la technologie, d'offrir à l'enseignant un moyen d'expression non verbal facilitant la communication et la compréhension du message qu'il transmet à ses élèves. L'augmentation permet, au delà des phénomènes visibles, de mettre en évidence l'implication, l'attitude interne de la personne, dans la réalisation de son geste.

D'autre part, notre propos n'est pas d'envisager la conception d'un nouvel outil technologique répondant à cette problématique précise. La société contemporaine produit déjà, et à un rythme effréné, de nombreuses innovations technologiques. La démarche que nous privilégions est de capitaliser sur cette informatique ambiante composée d'objets connectés aux finalités diverses. Il s'agit en fait d'imaginer un dispositif hybride né de l'assemblage de ces nombreux objets technologiques.

Cette démarche, qui relève du détournement, consiste à envisager des usages alternatifs à des objets distribués dans une logique consumériste d'usages prédéfinis et limités. En ce sens, nous nous inscrivons dans les démarches initiées par le Do It Yourself, les Makers ou encore les FabLab. Il s'agit bien là d'une réappropriation des technologies qui nous entourent : la perte de contact avec son environnement proche et la dispersion, inhérentes aux nouvelles technologies de l'information et de la communication, doivent faire l'objet d'une reprise en main pour inventer de nouvelles interactions sociales par la technologie. Plus généralement, les chercheurs et les entrepreneurs doivent intégrer les implications sociétales de leurs inventions afin de se mettre au service d'une véritable ingénierie de l'innovation sociale.

Ce renversement des rôles de dépendance entre l'individu et la technologie représente une opportunité de ramener, dans notre rapport aux objets connectés, une part de sensible et d'attention à l'autre par le prisme de l'augmentation des perceptions et des émotions. Cette capacité à percevoir l'autre, au delà de l'image de son corps, est une porte ouverte vers plus d'empathie et d'universalité.

## 2. Vers un dispositif d'augmentation du geste

Un dispositif d'augmentation des perceptions s'appuie en premier lieu sur des périphériques d'acquisition permettant de collecter des informations diverses par leur nature mais complémentaires car issues d'un même phénomène.

Les informations collectées, une fois corrélées et traitées, sont restituées sous la forme d'une augmentation. Cette augmentation peut-être visuelle, voire auditive ou kinesthésique de façon à solliciter plusieurs sens. Cette stratégie de com-

muniquer simultanément à travers plusieurs canaux sensoriels permet, en premier lieu, d'éviter la saturation du canal visuel si l'information à restituer est particulièrement dense. Mais certains canaux, comme l'audition, peuvent être plus propices à véhiculer une émotion, un ressenti.

De manière conceptuelle, ce dispositif peut s'envisager comme un *hub cognitif* alimenté par des perceptions retranscrites sous la forme de sensations. Dans la suite de l'article, nous énumérons les signaux accessibles grâce à la caméra Kinect 2 et proposons différentes modalités de restitution de l'augmentation.

### 2.1. Acquisition du geste

En accord avec notre démarche de détournement des objets technologiques participant de cette informatique ambiante, nous nous sommes naturellement orientés vers la caméra Kinect 2 de Microsoft®. Cette caméra, initialement commercialisée en tant qu'accessoire de la console de jeu vidéo Xbox One, est équipée d'une caméra vidéo, d'un capteur de profondeur et d'un microphone. La version pour Windows® de Kinect 2 est fournie avec un kit de développement permettant de concevoir des applications exploitant les différentes informations issues du périphérique.

Par exemple, à partir de la carte de profondeur, la caméra est en mesure d'estimer la posture des personnes se tenant debout devant l'objectif. Le système calcule en temps réel la position et la rotation des principales articulations du corps.

Au delà de son prix modique (environ 200 €), ce système a l'avantage d'être facilement transportable et ne requiert aucune étape fastidieuse de calibrage pour être utilisé. Enfin, il est moins *invasif* que des systèmes d'acquisition de mouvement magnétique ou optique qui peuvent dénaturer le mouvement contraint par l'appareillage. Depuis l'apparition de ces nouveaux capteurs RGB+D (Color Image + Depth), plusieurs études métrologiques ont été publiées sur la qualité de l'acquisition [GJRVF\*13] : la précision (différence entre la valeur mesurée et la valeur réelle) varie entre 5 et 15mm à une distance de 1m, de 5 à 25mm à une distance de 2m. Bien que ces nouveaux périphériques ne soient pas en mesure de rivaliser avec des systèmes d'acquisition de mouvement professionnels, ils peuvent constituer une alternative viable pour des applications qui ne requièrent pas une très grande précision (inférieure à 1mm).

D'ailleurs, ces capteurs ont déjà été utilisés avec succès dans des contextes très divers : l'évaluation des risques de chute chez les personnes âgées [SS11], la rééducation de personnes accidentées ou souffrant de handicap physique [DGCFT12, Hua11], la caractérisation de paramètres morphométriques liés à l'obésité [CPBB\*13], l'analyse de la posture [AKD\*11, NTCP\*13] ou bien l'amélioration du poste de travail en ergonomie [Dut12].

## 2.2. Au delà du geste

Au delà de l'estimation de la posture, les signaux couleur et infrarouge issues de la caméra Kinect 2 peuvent être exploités pour accéder à d'autres paramètres physiologiques. En utilisant un algorithme de séparation de sources permettant d'amplifier les variations colorimétriques dues au flux sanguin capillaire [WRS\*12], il est possible d'estimer la fréquence cardiaque de la personne se tenant devant l'objectif.

Par ailleurs, le microphone peut lui aussi être mis à profit pour analyser le son de la respiration afin d'estimer la fréquence du cycle des inspirations et expirations.

Enfin, d'autres capteurs peuvent être ajoutés à notre dispositif hybride afin d'enrichir le *hub cognitif* de nouvelles perceptions. Par exemple, les bracelets connectés Myo<sup>TM</sup> de la société ThalmicLabs<sup>TM</sup> embarquent un électromyographe miniaturisé permettant de mesurer les courants électriques liés à l'activité musculaire.

## 2.3. Restitution par l'augmentation

À partir de multiples perceptions, le système est capable de proposer des restitutions qui peuvent prendre des formes variées. La restitution visuelle par superposition d'informations peut s'avérer pertinente car elle combine la gestuelle (perçue par le capteur vidéo) avec des représentations visuelles des informations non visibles (respiration, fréquence cardiaque). Dans ce cas, l'image synthétique résultant de l'augmentation peut être présentée à l'utilisateur de différentes manières : par projection sur grand écran ou sur des lunettes de réalité augmentée, par le biais d'un casque de réalité virtuelle.

Mais l'augmentation peut s'appuyer sur d'autres sens comme l'audition par exemple : le son du ressac de l'océan calé sur la respiration de l'enseignant peut être une abstraction à la fois évocatrice et porteuse d'une émotion propice à la relaxation.

Quelque soit sa forme, la vocation de l'augmentation est de permettre à l'élève d'accéder à la perception du ressenti inhérent à la pratique d'un art corporel interne.

## 3. Application au Wutao

Les arts martiaux chinois se divisent entre *arts externes*, pour lesquels l'accent est mis sur le travail musculaire, et *arts internes*. Le Kung Fu est un exemple d'art martial externe : originaire du temple bouddhiste de Shaolin, il est connu comme technique de combat.

Les arts martiaux internes proviennent du monastère taoïste du mont Wudang. Ils prônent un travail intérieur basé sur le souffle vital (Chi) et la conscience, à travers le principe de l'agir par le non-agir (Wu Wei). La pratique la plus répandue en France est le Tai Chi Chuan. Par ailleurs d'autres pratiques traditionnelles chinoises comme le Chi Gong sont

appelées *arts énergétiques*. Leur but est d'entretenir la santé et le bien-être, en harmonisant l'esprit, le corps et la respiration.

Inspiré de plusieurs de ces pratiques, dont le Chi Gong et le Tai Chi Chuan, le Wutao a été créé en France en 2000 par un ancien champion du monde de Kung Fu et une enseignante de yoga, danseuse et comédienne, spécialisée dans le Théâtre Mouvement. A l'instar de ces disciplines, le Wutao est composé de douze mouvements fondamentaux codifiés, ou *formes*. Sa particularité réside dans le fait que ces formes naissent d'un mouvement ondulatoire essentiel, qui se développe dans le corps au fur et à mesure des enchaînements. La répétition d'une même forme peut être exécutée à des vitesses différentes, de la quasi-immobilité à une cadence extrêmement rapide.

### 3.1. Matériel et méthodes

Nous présentons ici les résultats obtenus avec la caméra Kinect 2, et la bibliothèque de codage créatif openFrameworks.

### 3.2. Trajectoire des articulations

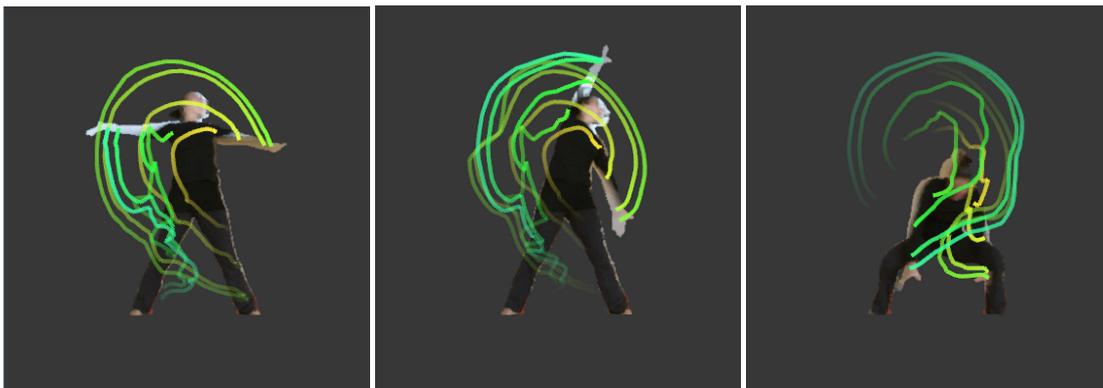
Une possibilité de la Kinect est de fournir en temps réel les coordonnées 3D des articulations principales du corps, et ce pour une à six personnes. Cela permet de produire un des modes de description du mouvement, qui est la trajectoire de ces articulations. Nous avons choisi de représenter la trajectoire de huit points : l'épaule, le coude, le poignet et la main, pour chaque bras. Le mouvement est lissé à l'aide d'une moyenne glissante, et les points sont représentés avec des couleurs distinctes (cf figure 2). S'il est illustratif, ce mode n'est pas spécifique aux arts corporels internes.

### 3.3. Représentation de la sphère d'intention

Dans le mouvement appelé *l'envol de la sphère*, le pratiquant est invité à imaginer et ressentir une sphère virtuelle entre les paumes de ses mains. L'augmentation visuelle prend tout son sens ici, avec la représentation graphique de cette sphère (cf figure 3). La démonstration est visuelle et explicite lorsque l'on regarde de l'extérieur une animation ainsi augmentée, mais elle devient sensorielle quand le pratiquant découvre en temps réel la sphère qui se matérialise sur l'écran en même temps qu'il effectue le mouvement. La sensation physique de l'existence de cette sphère peut effectivement être ressentie.

### 3.4. Représentation des phases de la respiration

La coordination de la respiration avec les formes est d'une importance particulière pour le bien-être du mouvement. C'est pourquoi nous avons choisi d'enregistrer le souffle de



**Figure 2 :** Les trajectoires des bras dans le 12ème mouvement du Wutao, "l'envol de la sphère"



**Figure 3 :** La sphère d'intention dans le 12ème mouvement du Wutao, "l'envol de la sphère"

manière simultanée avec les positions du corps, et de traiter le signal audio pour en extraire les pics, afin de déterminer les phases de la respiration. Par une transposition modale, un système bicolore permet de visualiser les moments d'inspiration et d'expiration. L'apprenant peut alors modéliser sensoriellement le geste, en s'affranchissant de la parole de l'enseignant qui explicitait verbalement la synchronisation du mouvement et de la respiration.

Dans la figure 2, l'histogramme défilant de droite à gauche montre en vert l'inspiration et en bleu l'expiration. Ce même code est repris dans la couleur des trajectoires des bras. Cette dernière modalité permet à un apprenant qui visionne la vidéo de s'appropriier les deux phases du souffle, et également de s'imprégner du sentiment interne de l'enseignant qui montre le geste.

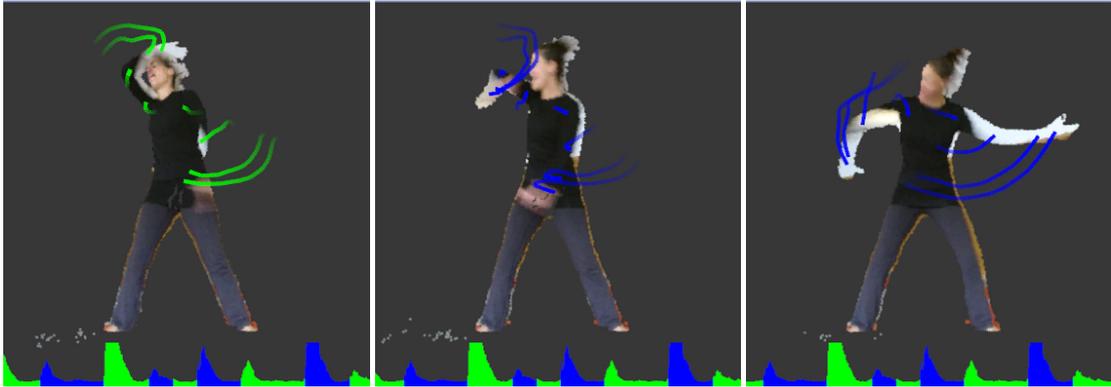


Figure 4 : Représentation des phases de la respiration dans le 11ème mouvement du Wutao, "l'alchimie de l'eau et du feu"



Figure 5 : Effet visuel à portée sémantique dans le 11ème mouvement du Wutao, "l'alchimie de l'eau et du feu"

### 3.5. Effets esthétiques et symboliques

Les arts corporels internes sont remarquables par la dimension esthétique et sensible des mouvements qu'ils proposent. Ces qualités peuvent être nourries par des éléments visuels accordés aux mouvements. Nous avons ainsi développé un mode de visualisation par un système de particules, inspiré d'ofxGPUParticles, un add-on openFrameworks développé par Neil Mendoza. Le calcul de la mise à jour des positions et des vitesses est effectué dans un fragment shader, ce qui permet de gérer en temps réel 1 000 000 de particules.

Les positions des mains sont utilisées comme émetteurs de particules, et comme attracteurs pour les particules existant dans l'environnement. Les particules ont un temps de vie aléatoire. Elles sont émises avec la vitesse courante de leur émetteur. Leur représentation utilise la transparence additive.

La figure 5, illustre l'application de ce système de particules sur le mouvement appelé "l'alchimie de l'eau et du feu". Dans cette forme, les gestes symbolisent l'eau qui

s'écoule et le feu qui s'élève. Nous avons ainsi implémenté deux types de particules correspondant sémantiquement au nom de la forme. Ils diffèrent l'un de l'autre par la couleur et par le sens dans lequel opère la gravité : vers le bas pour les particules d'eau, et vers le haut pour les particules de feu.

### 4. Conclusion et Perspectives

Dans cet article, nous avons présenté notre démarche visant à restituer, par l'augmentation, la globalité des formes, gestes codifiés des arts corporels internes. Cette augmentation offre un outil innovant aux enseignants pour transmettre leur pratique de ces arts corporels de façon plus directe et sensible en mettant en évidence des phénomènes non visibles mais essentiels dans l'exécution des formes.

Cette démarche de restitution par l'augmentation s'articule autour du concept de *hub cognitif* qui se nourrit de perceptions variées proposées par le dispositif hybride pour les restituer sous forme de sensations mobilisant les différents canaux sensoriels (vision, audition, proprioception, ...).

Ce concept décliné dans le cadre des arts corporels in-

ternes pourra s'appliquer à d'autres territoires d'expérimentation. Nous sommes notamment associés au projet "Tissage d'Interactions Sociales Innovantes par la Création Artistique" porté par Césaré (centre national de création musicale) et financé par le Conseil Régional Champagne-Ardenne dans le cadre des projets de recherche action. Ce projet vise à concevoir des dispositifs numériques pour des ateliers de médiation culturelle destinés à des personnes fragiles souffrant d'isolement (personnages âgées, patients Alzheimer). Le recours à l'augmentation permettrait de recréer un lien à partir d'une communication non verbale, véhiculant souvenirs et émotions.

## 5. remerciements

Merci à Pol Charoy et Imanou Risselard, les créateurs de Wutao, pour la synthèse originale qu'ils ont opérée des arts corporels internes traditionnels et de la danse. Merci à Marine Mille, excellente enseignante de Wutao, pour sa participation enthousiaste à ce projet.

## Références

- [AKD\*11] ALEXIADIS D. S., KELLY P., DARAS P., O'CONNOR N. E., BOUBEKEUR T., MOUSSA M. B. : Evaluating a dancer's performance using kinect-based skeleton tracking. In *Proceedings of the 19th ACM International Conference on Multimedia* (New York, NY, USA, 2011), MM '11, ACM, pp. 659–662. URL : <http://doi.acm.org/10.1145/2072298.2072412>, doi:10.1145/2072298.2072412.
- [CPBB\*13] CHALENÇON-PIOTIN S., BENASSAROU A., BLANCHARD F., NOCENT O., BERTIN É. : Abdominal morphometric data acquisition using depth sensors. In *15th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services* (Lisbon, Portugal, octobre 2013), IEEE Communications Society, pp. 653–657. 2
- [DGCF12] DA GAMA A., CHAVES T., FIGUEIREDO L., TEICHRIEB V. : Poster : Improving motor rehabilitation process through a natural interaction based system using Kinect sensor. In *IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)* (2012), pp. 145–146. doi:10.1109/3DUI.2012.6184203. 2
- [Dut12] DUTTA T. : Evaluation of the Kinect™ sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace. *Applied Ergonomics*. Vol. 43, Num. 4 (2012), 645–649. doi:10.1016/j.apergo.2011.09.011. 2
- [GJRVF\*13] GONZALEZ-JORGE H., RIVEIRO B., VAZQUEZ-FERNANDEZ E., MARTÍNEZ-SÁNCHEZ J., ARIAS P. : Metrolological evaluation of Microsoft Kinect and Asus Xtion sensors. *Measurement*. Vol. 46, Num. 6 (2013), 1800–1806. doi:10.1016/j.measurement.2013.01.011. 2
- [Hua11] HUANG J.-D. : Kinerehab : a kinect-based system for physical rehabilitation : a pilot study for young adults with motor disabilities. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility* (New York, NY, USA, 2011), ACM, pp. 319–320. doi:10.1145/2049536.2049627. 2
- [NTCP\*13] NOCENT O., TRAFIAL D., CHALENÇON-PIOTIN S., BENASSAROU A., KRAJECKI M., BOYER F. C., TAIAR R. : Nouveau système d'analyse 3d pour l'analyse quantifiée de la marche. In *28e congrès de médecine physique et de ré-adaptation* (Reims, France, octobre 2013), Elsevier Masson. 2
- [SS11] STONE E., SKUBIC M. : Evaluation of an inexpensive depth camera for passive in-home fall risk assessment. In *5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)* (2011), pp. 71–77. 2
- [WRS\*12] WU H.-Y., RUBINSTEIN M., SHIH E., GUTTAG J. V., DURAND F., FREEMAN W. T. : Eulerian video magnification for revealing subtle changes in the world. *ACM Trans. Graph.* Vol. 31, Num. 4 (2012), 65. 3