

Action spécifique

Humain virtuel : vers un humain synthétique temps-réel aussi vrai que nature

Représenter et animer en temps réel un être humain synthétique non discernable d'un humain réel lors de ses actions, notamment de communication avec un autre humain (virtuel ou réel), est un objectif que se sont fixés plusieurs chercheurs depuis maintenant plus de deux décennies. Ce challenge est encore loin de pouvoir être atteint aujourd'hui. La perception du mouvement biologique faisant appel à une partie spécifique de notre cerveau, nous sommes capables au premier coup d'œil de voir le moindre défaut d'un mouvement de synthèse. En animation par ordinateur non temps-réel, les meilleurs modèles restent encore ceux effectués à la main par des infographistes en utilisant des techniques d'animation par images clés. Cette action spécifique se propose de faire un état des lieux des différents travaux de recherche pouvant permettre d'amener une pierre à l'édifice de la construction d'un humain virtuel vraisemblable en temps-réel.

A l'étranger, des pionniers tels que le professeur Norman Badler de l'Université de Pennsylvanie ou encore les professeurs Daniel Thalmann à l'EPFL et Nadia Magnenat-Thalmann à l'Université de Genève ont défini l'humain virtuel comme thématique scientifique unique de leur équipe et y travaillent depuis une vingtaine d'années. En France, dans la plupart des cas, chaque équipe de recherche s'attache à résoudre l'un de ces problèmes, en intégrant le minimum nécessaire des autres domaines pour tester et valider l'approche retenue.

Modéliser l'humain nécessite d'intégrer des travaux de recherches complémentaires tels que :

- modèles de corps humain (rigides, déformables, multicouches) ;
- recueil et adaptation de données morphologiques ;
- animation de vêtements ;
- rendu photo réaliste du corps humain ;
- modèles de mouvement humain (cinématique et dynamique, directe et inverse) ;
- analyse et traitement de mouvements capturés ;
- coordination, synchronisation et contrôle de mouvements ;
- modèles de comportement (réactif, cognitif, hybride) ;
- les niveaux d'autonomie et de contrôle ;
- modèle de rendu des expressions faciales et corporelles et coordination de la gestuelle avec la parole.

Les techniques de contrôles du mouvement classiquement utilisées sont :

- l'animation par images clés : spécification à la main par l'animateur de différentes postures au cours du mouvement et le programme calcule le mouvement du personnage entre ces images clés, par des techniques d'interpolation ;
- capture de mouvement et rejeu : utilisation de systèmes de capture du mouvement, qui permettent d'enregistrer la trajectoire de marqueurs posés sur une personne. Il est ensuite possible de reconstruire le mouvement global d'un humanoïde à l'aide de l'ensemble de ces données ;

L'avantage de la première approche est de laisser une complète liberté à l'animateur, par contre elle est très coûteuse en temps, et fortement dépendante des compétences de l'animateur. La seconde approche permet de réduire considérablement le temps dédié au contrôle du mouvement, car il suffit d'enregistrer les mouvements d'une personne, de les intégrer au sein d'un humanoïde comme une base de donnée de mouvement. Les limites de cette approche concernent la coordination de mouvements, le passage d'un mouvement à l'autre en cours de cycle et le fait de ne pas pouvoir effectuer des mouvements non enregistrés au préalable.

D'autres techniques plus coûteuses en temps de calcul ont été développées pour pallier ces manques. La cinématique inverse permet de définir la trajectoire de l'extrémité d'une chaîne articulée

et les mouvements des autres articulations sont calculées de manière automatique par le programme. Le corps humain étant composé de plusieurs chaînes articulées, des extensions ont été proposées pour traiter plusieurs chaînes en même temps et prendre en plus en compte des contraintes physiques (butées articulaire, maintien de l'équilibre). Il reste cependant difficile avec cette technique de contrôler finement la trajectoire obtenue, car il existe en général une multitude de solutions possibles, voire dans certain cas aucune solution. Même en y intégrant quelques critères physiques, cette approche est cinématique et non dynamique, et il est ainsi difficile de contrôler le réalisme physique des mouvements obtenus.

D'autres approches, prenant en compte les caractéristiques physiques d'êtres humains ont été étudiées, notamment au sein des laboratoires de biomécanique. Il s'agit de prendre en compte en plus de la structure squelettique d'une personne sa musculature. La problématique concerne alors le contrôle de l'influx nerveux sur les différents muscles du corps afin de produire un mouvement donné. La complexité de la structure du corps humain et le manque de connaissances médicales sur certains mouvements, n'ont permis jusqu'à présent de traiter que des sous-ensembles et ce pour des coûts de calcul relativement plus importants que les méthodes précédentes.

La communication verbale nécessite l'animation et la synchronisation labiale, en coordination avec une synthèse vocale appropriée. L'articulation du comportement gestuel et verbal est au cœur des difficultés rencontrées pour l'obtention d'humanoïdes synthétiques réalistes. Le comportement non verbal (gestuel, expressions faciales, regard) est un vecteur essentiel de la communication (émotion, attitude, personnalité) et de l'interaction, et il est nécessaire de le synchroniser finement avec la parole afin d'accompagner celle-ci. La complexité des structures de données employées pour modéliser les personnages autour de structures articulées rend difficile leur contrôle par un animateur. L'animation d'un personnage virtuel nécessite le contrôle d'un grand nombre de paramètres au cours du temps. Le contrôle des personnages peut s'effectuer à différents niveaux de complexité complémentaires. Nous traiterons des modèles d'autonomie et de contrôle, ainsi que des passerelles qui existent avec les sciences cognitives et les modèles formels développés en intelligence artificielle (BDI par exemple).

Nous ferons l'état des lieux des techniques existantes, de leurs domaines de validité, et des avantages et inconvénients de chacun des modèles cités précédemment. Nous étudierons aussi les architectures logicielles permettant d'intégrer les différentes briques, notamment les travaux en cours de normalisation sur l'humain virtuel. Des exposés invités de personnes des communautés connexes permettront de compléter ce panorama.

Il existe un nombre croissant de domaines industriels applicatifs, tels que les effets spéciaux au cinéma (animation de milliers de figurants synthétiques dans un film comme le seigneur des anneaux), l'animation par ordinateur et les jeux vidéo, le secteur de la confection (mannequin virtuel adaptable à la morphologie du client pour l'essayage de vêtements sur des sites de vente en ligne), internet (les assistants personnalisés pour l'aide à la navigation et le commerce électronique), l'art électronique et interactif (acteurs virtuels, performance mélangeant danseurs réels et virtuels), la formation assistée par ordinateur (maintenance industrielle), ou encore l'entraînement à des situations d'urgence (sécurité civile). Nous inviterons des personnes représentatives du tissu industriel permettant ainsi d'échanger avec eux de leurs besoins spécifiques.

Porteurs du projet :

Stéphane Donikian, chargé de recherche au CNRS à l'IRISA (donikian@irisa.fr)

Jean-Pierre Jessel ; Maître de conférences à l'IRIT (jessel@irit.fr)

Catherine Pelachaud, Professeur à l'Université de Paris 8, LINC - membre du laboratoire Paragraphe (c.pelachaud@iut.univ-paris8.fr)

Equipes membres du cœur :

- GRAVIR (UMR 5527), projet EVASION, Grenoble
- IRISA (UMR 6074), projet SIAMES, Rennes
- IRIT (UMR 5505), Equipe Synthèse d'Image et Réalité Virtuelle, Toulouse
- LERI (EA 2618) : équipe IMAD (Imagerie Multidimensionnelle et Aide à la Décision), Université de Reims Champagne-Ardennes ;
- LIRIS (FRE 2672), Laboratoire d'InfoRmatique en Images et Systèmes d'information, Lyon
- LPBEM (Equipe d'Accueil 1274) : Laboratoire de Physiologie et de Biomécanique de l'Exercice Musculaire, de l'Université de Rennes 2 ;
- Laboratoire Paragraphe, Université de Paris 8