



Journée R&T **Cognition**

Le salon des technologies cognitives
pour les entreprises

**DYNAMIQUE DE LA RECHERCHE
EN TECHNOLOGIES COGNITIVES**

Un évènement organisé par



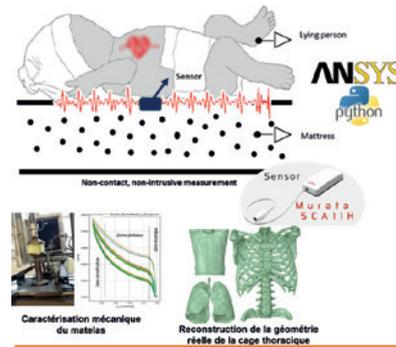


Espace
DÉMONSTRATEURS



CONTENU SCIENTIFIQUE

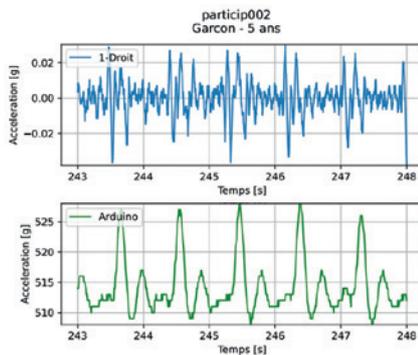
La mesure de référence de la santé cardiaque par un électrocardiogramme (ECG) peut être à l'origine d'épisodes de douleur et de stress chez le prématuré. Il apparaît donc nécessaire de proposer une solution moins invasive mais aussi efficace que les méthodes actuelles en termes de captation des informations cardiaques : la ballistocardiographie (BCG). La BCG est fondée sur l'analyse des mouvements de va-et-vient de la cage thoracique occasionnés par les forces balistiques du cœur. Cette méthode de mesure est utilisée pour la conception d'un nouveau dispositif pouvant mesurer de manière non-intrusive des données physiologiques (cardiaques et respiratoires).



OUTILS/MÉTHODE

Le système étudié est composé d'un matelas en polyuréthane comprenant un capteur de type accéléromètre, sur lequel est positionné le patient allongé (Fig.1). Le logiciel de simulation numérique Ansys® aide à modéliser chaque élément du système et ses propriétés mécaniques afin de prévoir les déformations engendrées lors des impacts cardiaques sur l'ensemble du matelas. Il est alors possible d'optimiser les mesures en déterminant les zones où elles seront à priori les plus précises. Des algorithmes de traitement du signal développés sous Python permettent de filtrer les signaux mesurés par les capteurs afin d'extraire les fréquences respiratoires et cardiaques utiles pour la validation numérique.

Fig.1



EXEMPLES D'APPLICATION

Les maladies cardio-vasculaires regroupent de nombreuses pathologies liées au cœur et à l'ensemble des vaisseaux sanguins, comme l'athérosclérose, les troubles du rythme cardiaque, l'hypertension artérielle, l'infarctus du myocarde, l'insuffisance cardiaque ou encore les accidents vasculaires cérébraux. D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), elles sont la première cause de mortalité dans le monde. Il est donc possible d'étendre l'utilisation du dispositif à d'autres applications ; les pathologies liées à la détection des déficits cardiaques (anévrisme aortique), les pathologies liées au sommeil (telle que l'apnée du sommeil) et sa récupération ou encore à des pathologies rencontrées chez des personnes à risques telles que des personnes âgées.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le dispositif constitué d'un matelas et de trois capteurs a été testé sur une centaine de volontaires sur une durée de 1 à 5 minutes dans le but de mesurer le signal BCG et de calculer la fréquence cardiaque instantanée du sujet allongé. Des algorithmes de traitement du signal filtrent les données enregistrées par les capteurs et renvoient la fréquence cardiaque instantanée du sujet allongé. Une mesure de référence de la fréquence cardiaque instantanée est faite simultanément afin de valider les résultats obtenus par les algorithmes. On obtient des résultats avec une erreur relative de 10%. Des essais en clinique sur d'autres patients sont planifiés afin de réduire ce pourcentage d'erreur.

CONTACT

Claude KENGOUM

François JOUEN

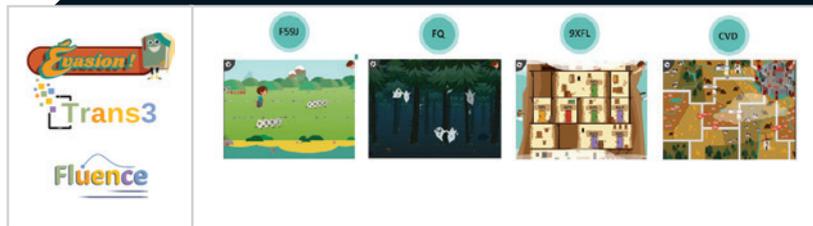
Yannick TILLIER

POSTER EVASION (PROJET TRANS-3)

Santé, e-santé



Loisirs & sports,
e-commerce,
domotique,
éducation



EXEMPLES D'APPLICATION

EVASION, conçu initialement dans le cadre du projet FLUENCE (e-Fran, PIA2) est repris dans le cadre du projet TRANS-3 (France 2030) avec l'objectif d'aboutir à une version finalisée et largement diffusée dans les classes. A cet effet, le projet TRANS-3 inclut deux éditeurs comme partenaires : Humans matter et Les Editions Hatier, qui seront chargés, aux termes du projet, de la promotion, de la diffusion et de la pérennisation de l'application EVASION dans le monde scolaire.

Les différentes applications développées dans le projet TRANS-3 sont conçues pour être utilisées dans les classes ordinaires, mais pourront aussi être développées à destination de classes d'élèves à besoins spécifiques : SEGPA, ULIS, etc.

Pour tout savoir sur TRANS3 : <https://fluence.cnrs.fr>

RÉFÉRENCES

- Laberge, D., Samuels, S.J.: *Toward a theory of automatic information processing in reading. Cognitive Psychology* 3, 293-323 (1974)
- Valdois, S., Roulin, J.L., Bosse, M.L.: *Visual attention modulates reading acquisition. Vision Research* 165, 152-161 (2019)
- Bosse, M.L., Tainturier, M.J., Valdois, S.: *Developmental dyslexia: the visual attention span deficit hypothesis. Cognition* 104, (2007)
- Bosse, M.L., Valdois, S.: *Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. Journal of Research in Reading* 32, 230-253 (2009)
- Van den Boer, M., de Jong, P.F., Haentjens-van Meeteren, M.M.: *Modeling the Length Effect: Specifying the Relation with Visual and Phonological Correlates of Reading. Scientific Studies of Reading* 17, 243-256 (2013)
- Antzaka, A., Lallier, M., Meyer, S., Diard, J., Carreiras, M., Valdois, S.: *Enhancing reading performance through action video games: the role of visual attention span. Scientific Reports* 7, 14563 (2017)
- Bavelier, D., Green, C.S.: *Enhancing attentional control: Lessons from action video games. Neuron Review* 104, 147-163 (2019)

CONTENU SCIENTIFIQUE

Les ressources visuo-attentionnelles sont impliquées dans le traitement des unités textuelles en lecture (Laberge & Samuels, 1974). Elles sont mesurables à partir d'épreuves mesurant l'empan visuo-attentionnel (EVA).

Différentes études montrent déjà que :

- L'EVA et la vitesse de lecture sont corrélés y compris chez l'adulte (Bosse & Valdois, 2009 ; van Der Boer, de Jong & Haentjens-van Meeteren, 2013).
- L'EVA des élèves de maternelle (GS) est prédictif de la qualité et de la vitesse en lecture des élèves en fin de CP (Valdois, Roulin & Bosse, 2019).
- Certains troubles dyslexiques relèvent d'un déficit de l'EVA (Bosse, Tainturier & Valdois, 2007).

Le lien entre lecture et empan visuo-attentionnel laisse supposer qu'un entraînement à l'EVA dès le plus jeune âge serait favorable à la prévention des difficultés d'apprentissage de la lecture.

OUTILS/MÉTHODE

La pratique des jeux vidéo d'action améliorant l'EVA (Antzaka, Lallier, Meyer, Diard, Carreiras & Valdois, 2017), l'entraînement conçu dans le cadre des projets FLUENCE et TRANS-3 prend la forme d'une application éducative, EVASION, reprenant les principes des jeux vidéo d'action (Bavelier & Green, 2019).

EVASION inclut 4 mini-jeux. Chacun présente brièvement et à intervalles réguliers des séquences de lettres cibles. Les élèves doivent ensuite retrouver les séquences en mouvement dans les univers proposés parmi des distracteurs.

Selon les performances de l'élève, la longueur des séquences à traiter, leur rapidité de défilement et temps d'affichage, le nombre de cibles simultanément présentées à l'écran et la similarité visuelle entre cibles et distracteurs varient.

Parseval (Diard, 2010), un algorithme adaptatif fondé sur des probabilités bayésiennes permet de maintenir un niveau de difficulté tel que l'élève aura 75% de chance de réussir sa partie.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

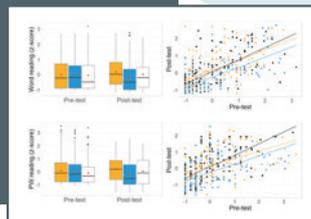
PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

L'efficacité d'EVASION a été testée en classes de CP, dans un paradigme d'entraînement avec prétest et posttest. L'entraînement recommandé était de 10 h, soit 20 min par session, 3 fois par semaine, 10 semaines.

- **Groupe EVASION :** les élèves ont joué à EVASION en classe.
- **Groupe contrôle actif GG :** les élèves ont joué à Graphogame en classe.
- **Groupe contrôle passif BAU :** pour « Business as usual ».

RÉSULTATS

L'utilisation d'EVASION améliore l'EVA, la lecture de mots et pseudo-mots, comparativement au groupe contrôle actif.



Résultats de l'entraînement sur la performance en lecture de mots et pseudo-mots :

- en orange, groupe EVASION
- en bleu, groupe GG
- en blanc, groupe BAU

Graph 1 :
[F(1, 235) = 10.19, p = .002, Partial η^2 = 0.042]

Graph 2 :
[F(1, 240) = 5.82, p = .017, Partial η^2 = 0.024]

CONTACT

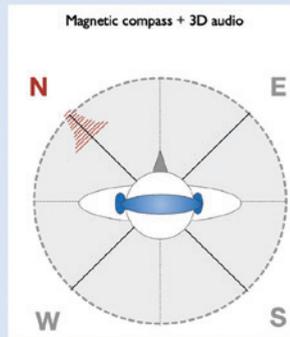
Cynthia BOGGIO

Sonia MANDIN

Emilie GINESTET



Artificial magnetoreception with the *hearSpace* headset



CONTENU SCIENTIFIQUE

Les théories contemporaines de la perception montrent que le système nerveux humain s'adapte pour organiser, prédire et donner un sens à la surface sensorielle particulière que fournit le corps humain, dans lequel le système nerveux est intégré. Une implication profonde de ces théories est donc que la nature intrinsèque de la perception humaine devrait pouvoir être augmentée et étendue par d'autres sens, comme un « sens magnétique », un peu comme lors de l'apprentissage d'une langue étrangère.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le dispositif démontre la faisabilité du principe de magnétoception artificielle chez l'homme. Nos expériences examinent si et comment cette nouvelle information sur la direction du nord peut être intégrée de façon fluide dans notre expérience de l'espace lorsque nous nous déplaçons et lorsque nous devons trouver notre chemin dans un nouvel endroit.

EXEMPLES D'APPLICATION

À ce stade, les applications possibles doivent encore être étudiées. Cependant, la magnétoception artificielle pourrait être utile pour compenser une perte sensorielle, par exemple en cas de déficience visuelle ou vestibulaire.

La magnétoception artificielle pourrait également augmenter l'appareil sensoriel humain pour aider à la navigation de manière plus intuitive dans des situations où une boussole serait utile. En particulier dans les grands environnements ouverts qui ont peu de points naturels d'orientation, comme sur l'océan.

Ou, à l'inverse, dans des environnements très denses et complexes où les points d'orientation sont si nombreux qu'il devient difficile de trouver et d'identifier un point de repère fiable, comme dans une forêt ou une ville sinueuse.

OUTILS/MÉTHODE

Le casque *hearSpace* est un dispositif d'augmentation sensorielle. Le casque détecte l'orientation de la tête de l'utilisateur par rapport au nord géomagnétique et la convertit en un signal audio spatialisé, de sorte que l'utilisateur peut « sentir » la position du nord magnétique avec ses oreilles.

CONTACT

Frank SCHUMANN



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le but était de concevoir un revêtement artificiel par mimétisme des critères morphologiques et mécaniques du doigt ou du pied humain. Une voie prometteuse, mais jusqu'à ce jour inexploré, était que l'information sensorielle issue de capteurs localisés dans la peau de la sole plantaire pouvait être optimisée (latence de transmission et amplitude du signal) par un revêtement adapté à la perception de la sole plantaire humaine.

C'est une approche qui est opposée à ce qui se fait en termes de revêtements qui s'applique généralement à augmenter la friction pour augmenter l'adhérence. Notre but est ici de faciliter la transmission et l'intégration des informations de façon à déclencher des réponses appropriées pour préserver l'équilibre. Les capteurs de la sole plantaire doivent remplir leur rôle «d'informateurs» dans le contrôle de l'équilibre lorsqu'il y a un mouvement entre les pieds et la surface sur laquelle on se trouve debout.

Cette capacité dépend de mécanismes nerveux périphériques et centraux qui sont reliés pour une part à la sensibilité des capteurs sensoriels pour détecter les oscillations posturales et le déplacement de la peau sur une surface (étirement et enfoncement de la peau par exemple).

Nous avons montré que cette capacité «d'informateur» dépend aussi de la précision avec laquelle le cerveau intègre les informations issues de ces capteurs pour créer une représentation cohérente des oscillations par rapport à la surface d'appui

(Mouchnino L & Blouin J 2013, Ruget et al 2008).

OUTILS/MÉTHODE

Le comportement caractéristique de la peau glabre comme celle de la sole plantaire lors d'un frottement est principalement dû aux dermatoglyphes. Ceux-ci stimulent les mécanorécepteurs contenus dans la peau qui sont sensibles aux déformations mécaniques de la peau.

Nous choisirons ainsi de reproduire les 3 caractéristiques des dermatoglyphes : la forme circulaire ou ovale, la période spatiale (espacement entre 2 sillons) et la profondeur des sillons. Une évaluation du contrôle de l'équilibre (cinématique, force, activité musculaires) ainsi que des mécanismes neuronaux (par électroencéphalographie, EEG) liés au revêtement dermatoglyphe a été réalisée. Pour valider le revêtement, nous avons perturbé l'équilibre de participants debout et analysé les réponses cérébrales et posturales de rééquilibration.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Une réponse cérébrale de plus grande intensité et plus courte latence a été évoquée par le mouvement de la surface biomimétique. Ce résultat et la diminution associée de l'activité thêta (5-7 Hz) sur le cortex pariétal postérieur suggèrent que l'augmentation de la quantité de traitement des entrées sensorielles pourrait rendre la tâche d'équilibre moins difficile lorsque l'on se tient sur une surface biomimétique.

Ce point clé a été confirmé par une deuxième expérience où une tâche cognitive a été ajoutée, diminuant ainsi les ressources attentionnelles consacrées à la tâche motrice d'équilibre.

En effet il arrive souvent que l'on soit engagé dans une tâche cognitive en étant debout (par exemple, écouter des personnes parler, chanter sous la douche, etc.). Une plus grande efficacité de la réaction posturale a été observée en se tenant sur les surfaces biomimétiques que sur les surfaces de contrôle.

EXEMPLES D'APPLICATION

Le revêtement peut être utilisé pour toutes les surfaces qui sont en contact avec la peau de la main ou du pied dans les milieux industriels et sportifs mais aussi utilisés par les collectivités territoriales. Pour la régie des transports en bus par exemple, sur toutes les barres verticales ou horizontales d'appui. Pour les milieux industriels, les revêtements de salle de bain, douches...

Concernant le milieu sportif, le revêtement pourrait être mis sur toutes les planches sur lesquelles la personne est en appui sur ses pieds (surf, kite, ski nautique...)

Mouchnino, L. & Blouin, J. (2013). PLoS ONE, 8(2), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055081> Ruget, H., Blouin, J., Teasdale, N., & Mouchnino, L. (2008). Neuroscience, 155(3), 640-648.

CONTACT

Laurence MOUCHNINO

Jean BLOUIN



CONTENU SCIENTIFIQUE

La dysgraphie est une perturbation de la production du langage écrit : les enfants dysgraphiques démontrent des capacités d'écriture qui ne correspondent pas à leur âge de développement (1,2). La dysgraphie est fréquente chez les enfants atteints de troubles neurodéveloppementaux (NDD) et est associée à une perception de soi et à une estime de soi plus faible. Les robots sociaux sont utilisés avec succès pour aider les thérapies des enfants atteints de troubles neuro-développementaux (3). Cependant, l'utilisation de robots sociaux pour la rééducation de la dysgraphie n'est pas répandue.



OUTILS/MÉTHODE

Dans le cadre de cette étude, les enfants dysgraphiques interagissent avec un robot social nommé **QTrobot**. Ce robot incite les enfants à jouer avec le jeu sérieux Dynamilis. Cette application propose plusieurs exercices d'écriture sur une tablette iPad et a été développée et évaluée lors de recherches précédentes (4,5). Dans un scénario d'apprentissage où l'enfant joue l'enseignant (learning by teaching), le robot joue le rôle d'un élève qui ne sait pas bien écrire et demande l'aide d'un enfant. Un éducateur, assis à côté, pilote les comportements du robot à travers une interface "magicien d'Oz" (WoZ - Wizard of Oz) sur une deuxième tablette.

EXEMPLES D'APPLICATION

Nous sommes en train de développer une version semi-autonome du système fondée sur les données collectées lors des séances effectuées. Elle sera capable de suggérer aux éducateurs le comportement du robot à utiliser. En dehors de notre expérience de recherche, deux thérapeutes qui avaient participé à nos études pilotes ont continué à utiliser notre système dans leurs séances de rééducation usuelles à l'hôpital.

- [1]. Biotteau, Maëlle, et al. «Developmental coordination disorder and dysgraphia: signs and symptoms, diagnosis, and rehabilitation.» *Neuropsychiatric disease and treatment* (2019): 1873-1885.
- [2]. Chung, Peter J., Dilip R. Patel, and Iman Nizami. «Disorder of written expression and dysgraphia: definition, diagnosis, and management.» *Translational pediatrics* 9. Suppl 1 (2020): S46.
- [3]. Cifuentes, Carlos A., et al. «Social robots in therapy and care.» *Current Robotics Reports* 1 (2020): 59-74.
- [4]. Asselborn, Thibault, et al. «Automated human-level diagnosis of dysgraphia using a consumer tablet.» *NPJ digital medicine* 1.1 (2018): 42.
- [5]. Cargot, Thomas, et al. «"It Is Not the Robot Who Learns, It Is Me." Treating Severe Dysgraphia Using Child-Robot Interaction.» *Frontiers in Psychiatry* 12 (2021): 596055.

PRINCIPE DÉMONSTRÉ

Avec les scolaires et les éducateurs du service de psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière de Paris, nous avons co- développé une interface WOZ et une bibliothèque de 120 comportements pour QTrobot. Ces comportements peuvent être regroupés en 7 classes principales : renforcement positif, concentration sur les émotions, tutorat, orchestration, mystification, acceptation des erreurs, test de réalité.

Dans le cadre de 9 séances par élève, en incluant 6 élèves, on a pu observer les professionnels utiliser le robot principalement pour fournir les renforcements positifs aux élèves. Cependant, ces retours diminuent considérablement au fil des séances. Un autre rôle important que les éducateurs ont donné au robot est celui de poser des questions aux élèves pour solliciter leur réflexion sur leur production écrite ou sur celle du robot, ainsi que pour les aider à relativiser lorsqu'ils font face à un échec.





Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse

TouIST, UN MOTEUR GÉNÉRIQUE, MODULAIRE ET EFFICACE DE RAISONNEMENT INTELLIGENT

IT, média et
télécommunications



CONTENU SCIENTIFIQUE

La plateforme TouIST propose un langage de haut niveau pour modéliser en logique divers problèmes de manière très compacte en faisant appel à des solveurs externes.

Elle se compose : d'une interface graphique permettant la saisie interactive du modèle visé ; d'un module de traduction (compilateur) du langage d'entrée de TouIST vers différents langages directement compréhensibles par les solveurs ; d'un module de visualisation des modèles calculés par les solveurs.

Actuellement, TouIST peut faire appel à trois types de solveurs différents : solveurs SAT (logique propositionnelle ou des prédicats sur domaine fini), QBF (autorisant la quantification sur les formules propositionnelles), SMT (pour le traitement de problèmes faisant appel à des calculs numériques sur nombres entiers ou rationnels).

OUTILS/MÉTHODE

Actuellement, TouIST se présente sous la forme d'un programme exécutable en ligne de commande (développé en OCAML) et d'une interface graphique (développée en JAVA) dont l'utilisation n'est pas obligatoire. Il intègre actuellement 3 solveurs par défaut (SAT, QBF, SMT) mais peut s'interfacer avec n'importe quel solveur prenant en entrée les langages standards DIMACS, QDIMACS ou SMT-LIB, ce qui permet à TouIST de bénéficier automatiquement des performances des solveurs les plus récents. Le programme peut être téléchargé librement depuis le web (<https://www.irit.fr/TouIST/>), et des tutoriels ont été développés afin de faciliter en toute autonomie sa prise en main. Localement, environ 450 étudiants l'utilisent chaque année, en plus des chercheurs et enseignants-chercheurs extérieurs.

EXEMPLES D'APPLICATION

Les classiques de TouIST (adaptable en fonction du niveau d'abstraction attendu par l'auditoire) :

- statique SAT : sudoku,
- dynamique SAT : planification classique,
- statique SMT : takuzu,
- dynamique SMT : planification temporelle,
- dynamique QBF : planification classique (Compact Tree Encoding),
- interactif QBF : jeu de Nim.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le but de la plateforme est de permettre à l'utilisateur de se concentrer sur la modélisation d'un problème donné sans se préoccuper des détails techniques liés à l'utilisation de solveurs : traduction des formules en forme normale conjonctive, puis traduction dans le langage DIMACS, QDIMACS ou SMT-LIB (langages utilisés de manière standard en entrée des solveurs mais se prêtant peu à une manipulation directe aisée).

TouIST peut aussi être utilisé entièrement en ligne de commande de manière à s'interfacer avec des architectures d'agent intelligent capable de raisonner et de planifier des actions : typiquement par exemple, vérifier la validité d'un argument, déterminer les actions exécutables, vérifier qu'un plan est valide ou même calculer un plan complet d'actions pour satisfaire un but, etc.

CONTACT

Emiliano LORINI

Dominique LONGIN

Frédéric MARIS





Lutin Userlab
Cité des sciences et de l'industrie



OUTILS/MÉTHODE

EyeTracktion est un procédé naturel et polyvalent de commande par le regard. Il permet de contrôler de nombreux types d'interfaces sur des appareils variés.

CONTENU SCIENTIFIQUE

Un eye tracker mesure en continu les coordonnées du regard par rapport au support visuel (écran, environnement réel ou virtuel). Un algorithme transforme la direction du regard en informations de déplacement.

Une boucle perception-action est créée entre l'information visuelle et les actions produites sur la scène visuelle.

Le système est conçu pour s'appuyer sur une réaction physiologique naturelle de suivi de cible visuelle, ce qui lui permet de s'affranchir d'une partie des traitements numériques.



EXEMPLES D'APPLICATION

- Scrolling sur une page internet.
- Contrôle de jeu vidéo.
- Interaction avec smartphones, ordinateurs, liseuses numériques...
- Pilotage de fauteuil roulant.
- Borne d'informations sans contact.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le système peut être personnalisé selon les besoins pour augmenter les modalités d'interaction, ou pour remplacer les modalités habituelles, comme par exemple en cas de handicap.

Lorsqu'il est judicieusement exploité, sa précision, sa réactivité et son fonctionnement instinctifs lui permettent de dépasser les performances et le confort obtenus avec des moyens d'interaction classiques.

CONTACT

Geoffrey TISSIER



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le projet INTEROPS :

« interactions robotiques pour l'opérateur et la supervision » étudie l'impact sur la charge cognitive de différentes modalités d'interactions en réalité virtuelle avec un jumeau numérique industriel. Nous étudions différentes modalités d'assistance en temps réel sur la charge cognitive d'un opérateur.

Ces modalités d'assistance solliciteront les canaux perceptifs visuel et haptique (sens du toucher et du mouvement).

Pour chacun de ces canaux, le codage de l'information peut utiliser différents modes de représentation. Nous cherchons à établir une grammaire d'interaction en réalité virtuelle qui minimise la charge cognitive lors du contrôle d'un robot industriel à distance ou simulé. Cette grammaire doit être adaptée à la nature de la tâche et à l'expertise de l'opérateur.



OUTILS/MÉTHODE

Pour ce projet, nous utilisons les outils et les compétences de deux laboratoires.

D'une part, le plateau robotique de l'équipe RoBioSS de Pprime (commande haptique), ainsi que les ressources disponibles dans le cadre du labcom Mach4 (scènes 3D) ; d'autre part, les outils et compétences du CeRCA liés à la réalité virtuelle et à la mesure de la charge mentale (oculométrie intégrée au casque de réalité virtuelle, mesures périphériques).

Un scénario industriel en collaboration avec un robot est défini. Nous avons réalisé une analyse cognitive de tâche pour définir les principales compétences cognitives sollicitées dans chaque segment de tâche. Plusieurs expérimentations en réalité virtuelle sont réalisées.

Nous avons réalisé deux études pilotes pour définir notre scénario de tâche industriel. Nous collectons des données actuellement sur la performance de différents types d'aides visuelles (bulles de texte, mise en surbrillance, ou flèches).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

À la fin du projet, nous aboutirons à :

- Une grammaire d'assistance en réalité virtuelle/mixte fondée sur des mesures de charge cognitive ;
- Un démonstrateur intégrant un jumeau numérique, un système d'assistance à la tâche en temps réel, et une mesure de la charge cognitive.

Ce démonstrateur servira de banc d'essai pour les recherches ultérieures dans le domaine.

Nos résultats actuels montrent que les mesures classiques de la charge cognitive manquent de sensibilité pour détecter des variations sur de petits segments de tâche, renforçant l'idée d'une mesure en temps réel fondé sur des capteurs périphériques.

EXEMPLES D'APPLICATION

Notre dispositif a pour vocation à être suffisamment paramétrable pour tester de façon expérimentale des concepts d'interfaces en réalité virtuelle ou mixte, quel que soit le contexte.

La réalité virtuelle permet aujourd'hui de se former et d'interagir à distance avec des jumeaux numériques de robots industriels. Comprendre les mécanismes cognitifs de l'utilisateur est un facteur clé de l'adoption et de la réussite de ces cas d'usages.

L'industrie manufacturière est principalement visée, mais aussi la formation professionnelle (lycée) ou tout autre secteur faisant usage de la réalité virtuelle ou augmentée.

CONTACT

Nicolas LOUVETON



CONTENU SCIENTIFIQUE

Lorsqu'une personne a des difficultés avec la parole, et ne peut utiliser les canaux traditionnels de communication (parole, gestes, langues des signes) pour exprimer un message, une communication alternative et augmentée (CAA) peut être mise en place.

On retrouve dans la CAA, l'utilisation de pictogrammes, image représentant un concept plus ou moins concret. L'accès à la communication par tous et pour tous est un défi majeur.

Proposer une séquence de pictogrammes à partir de la voix permettra aux personnes des services hospitaliers, et aux familles de véhiculer un message en pictogrammes facilement compréhensible par les utilisateurs de CAA, sans connaissances préalables.



Traduire en pictogrammes

J'ai mangé une soupe aujourd'hui



OUTILS/MÉTHODE

Pour créer une séquence de pictogrammes à partir de l'oral, plusieurs modules sont nécessaires, chacun ayant une tâche spécifique dans le processus de traduction.

Les avancées récentes en reconnaissance de la parole automatique permettent maintenant de mieux transcrire ce qui a été dit. En utilisant ce texte, nous pouvons effectuer différents traitements linguistiques pour produire une séquence de mots cohérente en fonction de la banque de pictogrammes utilisée.

Enfin, les pictogrammes associés aux mots sont sélectionnés pour générer une séquence de pictogrammes correspondant au texte énoncé.

EXEMPLES D'APPLICATION

Une première version du logiciel est actuellement disponible. L'outil étant libre, celui-ci pourra ainsi évoluer grâce aux retours reçus et aux avancées technologiques sur lesquelles il repose. Les utilisations possibles sont nombreuses, voire infinies puisqu'elles peuvent rentrer dans de nombreuses situations de la vie quotidienne, telles que communiquer un besoin, une envie, une émotion, raconter une histoire ou poser une question à une personne.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Voice2Picto est un logiciel libre et gratuit qui permet d'associer à la voix, une séquence de pictogrammes.

Voice2Picto facilite l'accès à la communication à l'aide de pictogrammes pour un public qui ne connaît pas ou n'utilise pas ce type de support. Les familles et les professionnels de la santé peuvent ainsi disposer d'un outil peu coûteux et facile à mettre en place pour aider les personnes qui utilisent les pictogrammes comme moyen de communication.

CONTACT

Didier SCHWAB

Cécile MACAIRE

Benjamin LECOUEUX



CONTENU SCIENTIFIQUE

Une enquête récente (*Baromètre de la santé publique France, 2019*) a montré que la durée moyenne du sommeil de la population française est descendue pour la première fois sous la barre des 7h.

Une enquête menée en 2018 par l'institut national du Sommeil et de la Vigilance montre que les jeunes français ne dorment qu'en moyenne 7h17 en semaine et qu'un jeune sur 5 ne dort que 5h par nuit. D'autres recherches montrent qu'une proportion importante de la population souffre d'un « jet lag » social caractérisé par des horaires de sommeil décalés par rapport aux heures sociales (*Caliendo et al, 2021*).

Or de nombreuses recherches ont documenté les effets délétères de ce manque de sommeil et de ce jet lag social sur les performances cognitives, la sécurité et la santé chronique.

L'hypothèse qui sous-tend ce travail est que ces troubles du sommeil sont liés à une méconnaissance voire à de fausses croyances sur son propre sommeil (*Morin, 2007*). C'est dans ce contexte que l'application **Sleeptips** a été développée et a fait l'objet d'une évaluation expérimentale.

PRINCIPE DÉMONSTRÉ

Les résultats indiquent que le groupe utilisant l'application **Sleeptips** présente des durées de sommeil supérieures au groupe contrôle au cours des deux premiers mois.

A partir du 3^{ème} mois, les différences ne sont plus significatives, ce qui peut s'expliquer par un effet positif pour le groupe contrôle d'avoir à reporter ses durées de sommeil, même en l'absence d'informations plus précises sur le sommeil. Les résultats montrent par ailleurs que les utilisateurs ont particulièrement apprécié les informations fournies par l'application et ont permis aux utilisateurs de développer une conscience du fonctionnement de leur sommeil. Enfin, par rapport à des applications existantes ou à des objets connectés, **Sleeptips** présente des qualités d'utilisabilité significativement supérieures.

OUTILS/MÉTHODE

L'application développée comporte plusieurs fonctionnalités permettant à la fois de visualiser ses habitudes de sommeil, sa dette de sommeil et d'accéder à une bibliothèque d'informations sur différents aspects susceptibles d'impacter le sommeil (alimentation, sport, santé, âge,...). L'application a été spécifiée et développée en collaboration avec une équipe d'ergonomes spécialisés dans la conception centrée utilisateur.

Une fois l'application développée elle a fait l'objet d'une étude longitudinale sur un échantillon de 62 volontaires. Ceux-ci ont été recrutés sur la base de plusieurs questionnaires évaluant leur niveau de préoccupation vis-à-vis de leur sommeil. Les 60 volontaires ont été répartis en deux groupes, un groupe devant utiliser l'application une semaine par mois pendant 6 mois et un autre groupe qui n'utilisait pas l'application mais qui devait reporter ses durées de sommeil à partir d'un questionnaire en ligne (groupe contrôle). Des entretiens mensuels et des données sur l'utilisabilité de l'application étaient par ailleurs recueillis.

L'hypothèse de cette recherche expérimentale était que le groupe utilisant l'application verrait la durée et la qualité de leur sommeil s'améliorer et ceci d'autant plus qu'ils sont préoccupés par leur sommeil.



EXEMPLES D'APPLICATION

Plusieurs applications sont d'ores et déjà envisagées pour cet outil :

- Outil de suivi régulier des patients et de dépistage pour les médecins ou psychologues spécialisés dans le sommeil
- Observance d'un traitement ou aide au diagnostic
- Clinique du sommeil, CHU, médecins/ psychologues libéraux
- Interface de dépistage en médecine préventive En lien avec les médecins du travail afin de faciliter la prévention et le risque d'accidents du travail/et les AVP (Accident de la Voie Publique)

En fonction de ces applications des évolutions et des adaptations de l'outil devront être envisagés.

CONTACT

Philippe CABON



CONTENU SCIENTIFIQUE

Une enquête récente (*Baromètre de la santé publique France, 2019*) a montré que la durée moyenne du sommeil de la population française est descendue pour la première fois sous la barre des 7h.

Une enquête menée en 2018 par l'institut national du Sommeil et de la Vigilance montre que les jeunes français ne dorment qu'en moyenne 7h17 en semaine et qu'un jeune sur 5 ne dort que 5h par nuit. D'autres recherches montrent qu'une proportion importante de la population souffre d'un « jet lag » social caractérisé par des horaires de sommeil décalés par rapport aux heures sociales (*Caliendo et al, 2021*).

Or de nombreuses recherches ont documenté les effets délétères de ce manque de sommeil et de ce jet lag social sur les performances cognitives, la sécurité et la santé chronique.

L'hypothèse qui sous-tend ce travail est que ces troubles du sommeil sont liés à une méconnaissance voire à de fausses croyances sur son propre sommeil (*Morin, 2007*). C'est dans ce contexte que l'application **Sleeptips** a été développée et a fait l'objet d'une évaluation expérimentale.

PRINCIPE DÉMONSTRÉ

Les résultats indiquent que le groupe utilisant l'application **Sleeptips** présente des durées de sommeil supérieures au groupe contrôle au cours des deux premiers mois.

A partir du 3^{ème} mois, les différences ne sont plus significatives, ce qui peut s'expliquer par un effet positif pour le groupe contrôle d'avoir à reporter ses durées de sommeil, même en l'absence d'informations plus précises sur le sommeil. Les résultats montrent par ailleurs que les utilisateurs ont particulièrement apprécié les informations fournies par l'application et ont permis aux utilisateurs de développer une conscience du fonctionnement de leur sommeil. Enfin, par rapport à des applications existantes ou à des objet connectés, **Sleeptips** présente des qualités d'utilisabilité significativement supérieures.

OUTILS/MÉTHODE

L'application développée comporte plusieurs fonctionnalités permettant à la fois de visualiser ses habitudes de sommeil, sa dette de sommeil et d'accéder à une bibliothèque d'informations sur différents aspects susceptibles d'impacter le sommeil (alimentation, sport, santé, âge,...). L'application a été spécifiée et développée en collaboration avec une équipe d'ergonomes spécialisés dans la conception centrée utilisateur.

Une fois l'application développée elle a fait l'objet d'une étude longitudinale sur un échantillon de 62 volontaires. Ceux-ci ont été recrutés sur la base de plusieurs questionnaires évaluant leur niveau de préoccupation vis-à-vis de leur sommeil. Les 60 volontaires ont été répartis en deux groupes, un groupe devant utiliser l'application une semaine par mois pendant 6 mois et un autre groupe qui n'utilisait pas l'application mais qui devait reporter ses durées de sommeil à partir d'un questionnaire en ligne (groupe contrôle). Des entretiens mensuels et des données sur l'utilisabilité de l'application étaient par ailleurs recueillis.

L'hypothèse de cette recherche expérimentale était que le groupe utilisant l'application verrait la durée et la qualité de leur sommeil s'améliorer et ceci d'autant plus qu'ils sont préoccupés par leur sommeil.



EXEMPLES D'APPLICATION

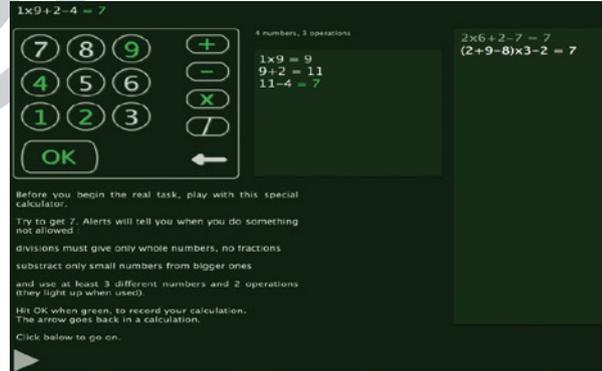
Plusieurs applications sont d'ores et déjà envisagées pour cet outil :

- Outil de suivi régulier des patients et de dépistage pour les médecins ou psychologues spécialisés dans le sommeil
- Observance d'un traitement ou aide au diagnostic
- Clinique du sommeil, CHU, médecins/ psychologues libéraux
- Interface de dépistage en médecine préventive En lien avec les médecins du travail afin de faciliter la prévention et le risque d'accidents du travail/et les AVP (Accident de la Voie Publique)

En fonction de ces applications des évolutions et des adaptations de l'outil devront être envisagés.

CONTACT

Philippe CABON



CONTENU SCIENTIFIQUE

La créativité est une compétence "21^{ème} siècle" qui concerne de nombreux domaines. Le potentiel créatif se réfère à la capacité à proposer des idées qui sont nouvelles, originales et adaptées dans leur contexte. Nos travaux visent à mesurer le potentiel créatif. Les tâches du potentiel créatif dans le domaine des mathématiques illustrent une approche de mesure dynamique de la capacité à engager une recherche d'idée créative et à développer cette capacité grâce aux propositions de nouvelles stratégies.

OUTILS/MÉTHODE

Il y a deux types d'épreuves à compléter dans la batterie **EPoC** (*Evaluation du Potentiel Créatif, Lubart, Besançon & Barbot, 2011*).

D'une part, les épreuves de pensée divergente exploratoire exigent la production d'un grand nombre d'idées nouvelles afin de résoudre un problème. D'autre part, il y a des épreuves de pensée convergente intégrative qui sollicitent un esprit de synthèse originale.

La démonstration illustre ces épreuves grâce aux tâches informatisées en invention mathématique avec des nombres (algèbre).

EXEMPLES D'APPLICATION

Les épreuves permettent de mesurer, en version pre-test / post-test, l'impact des programmes éducatifs visant à favoriser le développement de la créativité. Ces épreuves ont été utilisées, par exemple, par l'OCDE dans une étude portant sur la créativité dans 10 pays.

Les mesures dynamiques mettent en évidence des stratégies employées et permettent à concevoir de futurs programmes d'enseignement individualisé afin de favoriser le développement de la créativité.

PRINCIPE DÉMONSTRÉ

EPoC mathématique est un ensemble d'épreuves permettant d'évaluer la capacité à engager la créativité mathématique avec les nombres (algèbre) et les figures (géométrie).

La performance est mesurée en termes de productions originales par rapport aux réponses d'une population de référence (le potentiel "statistique" mais aussi la capacité à avancer dans son développement créatif grâce aux suggestions de nouvelles stratégies (potentiel "dynamique").

CONTACT

Todd LUBART
Séverine MAGGIO
Maxence MERCIER



PTVR

CONTENU SCIENTIFIQUE

PTVR (Perception Toolbox for Virtual Reality) est un logiciel gratuit et open source créé initialement (en 2018) pour permettre à des chercheurs et chercheuses en Neurosciences comportementales chez l'humain de construire facilement des expériences scientifiques rigoureuses implémentées dans un casque de Réalité Virtuelle.

Le seul pré-requis pour utiliser PTVR est une connaissance basique du langage Python. Au delà de cet objectif initial ciblant les scientifiques, PTVR permet dès à présent de développer des applications de Réalité Virtuelle dans une multitude de directions allant des applications éducatives aux jeux sérieux de réadaptation des handicaps sensori-moteurs.

OUTILS/MÉTHODE

PTVR utilise en «coulisses» le moteur de Réalité Virtuelle «Unity» mais le gros atout de PTVR est qu'il ne nécessite pas de connaissances en «Unity».

PTVR tire donc parti de la puissance de Unity sans les inconvénients de sa très lente courbe d'apprentissage.

PTVR ajoute de nombreuses fonctionnalités qui ne sont pas présentes dans Unity (par exemple des interfaces adaptées aux difficultés sensori-motrices des malvoyants, des environnements de lecture optimisés pour les handicaps visuels, des systèmes de coordonnées 3D spécifiques à des champs d'application comme l'ophtalmologie, ...).

Une documentation très riche et en perpétuelle évolution est proposée sur le site web dédié à PTVR (<https://ptvr.inria.fr>).

Elle a pour vocation d'optimiser l'apprentissage de PTVR notamment grâce à de nombreux supports visuels animés en 3D.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Notre démonstrateur vous permettra de découvrir la puissance de PTVR en vivant des expériences interactives de réalité virtuelle et en décortiquant après-coup la syntaxe et la simplicité des scripts correspondants. Le but de cette découverte est de vous faire sentir rapidement si PTVR pourrait répondre aux besoins de votre entreprise.

De notre côté nous espérons qu'un partenariat pourrait enrichir PTVR de fonctionnalités supplémentaires qui vous seraient utiles et qui élargiraient en parallèle la polyvalence de PTVR. Ceci tout en gardant PTVR lui-même gratuit et open-source.

EXEMPLES D'APPLICATION

La syntaxe de PTVR est suffisamment flexible pour pouvoir créer des applications dans un spectre très large allant de la réadaptation des handicaps sensori-moteurs jusqu'au domaine éducatif dans un sens très large (par ex. la pédagogie des statistiques basée sur des représentations 3D).

L'application la plus aboutie aujourd'hui concerne le champ de la réadaptation des déficiences visuelles (cf. *Projet ANR Devise - https://anr.fr/Project-ANR-20-CE19-0018*).

Notre consortium a utilisé PTVR pour créer / étudier des techniques novatrices de réadaptation visuo-motrice des déficiences visuelles. Ces techniques visent à court-terme à créer avec PTVR des jeux sérieux de réadaptation adaptés spécifiquement à des personnes âgées et porteuses de DMLA (Dégénérescence Maculaire Liée à l'Âge).

CONTACT

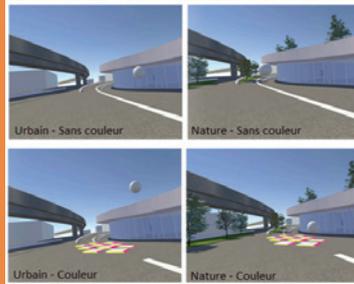
Eric CASTET



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le contact avec la nature nous fait du bien. Cependant, les mesures psychologiques de haute qualité dans les milieux naturels sont difficiles à collecter.

Dans la présente étude, nous proposons un rapport détaillé sur la manière dont la réalité virtuelle peut fournir un environnement contrôlé pour les tests utilisateur immersifs. La Réalité Virtuelle (VR) a ici été utilisée pour tester l'impact des marquages au sol colorés sur la vitesse spontanée de la marche, la stratégie du regard, ainsi que les changements perçus, et les mesures physiologiques des états affectifs.



OUTILS/MÉTHODE

Le HTC Vive a été utilisé ; le casque affichait des environnements visuels avec une résolution de 1 080 × 1 200 pixels par œil, pour un champ de vision de 110° (taux de rafraîchissement 90 Hz). Implémenté avec un système de suivi oculaire de Senso Motoric Instruments (SMI) et un ensemble de capteurs (accéléromètres, gyroscopes, capteurs de proximité), la position du regard et les changements de comportements moteurs ont été enregistrés à une fréquence de 250 Hz.

La marche spontanée était plus lente avec des motifs colorés que sans. Le comportement du regard présentait des temps de fixation plus longs avec des motifs colorés que sans. Enfin, les réponses physiologiques ont indiqué que les fréquences cardiaques moyennes prédisaient l'effort physique de la tâche. De plus, des moyennes plus importantes de fréquence cardiaque étaient observées dans les environnements présentant des motifs colorés, ce qui suggère que les couleurs peuvent être un outil puissant pour déclencher la vigilance et le plaisir dans les villes urbaines grises, présentant des motifs colorés, ce qui suggère que les couleurs peuvent être un outil puissant pour déclencher la vigilance et le plaisir dans les villes urbaines grises.

EXEMPLES D'APPLICATION

Un POC innovant et pluridisciplinaire. Après obtention des résultats en VR (ci-dessus), les meilleurs scénarios pour chaque espace ont été implémentés au cœur d'un des campus de l'Université de Lille, grâce à une gamification faite à base de matériaux pauvres (craie, peinture). Ces designs urbains ont été réalisés par les artistes de la Condition Publique de Roubaix. Par des mesures prises sur le terrain, nous avons pu démontrer que les implémentations ont induit une augmentation de la fréquentation des lieux et de la durée et du plaisir ressenti pendant les séances libres de marche. La co-création a été un point clef du projet, pour relier espaces de vie et bénéficiaires.

Ce travail a permis d'établir un guide d'implémentation des principes de design sensoriel adaptés et adaptables aux zones urbaines ciblées (thèse de doctorat de A. Batistatou).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

La réalité virtuelle est rapportée ici comme une méthode innovante pour quantifier les expériences psychologiques lors de l'exploration libre dans la marche. Applicables à un large éventail de sujets de recherche dans les sciences psychologiques, les résultats VR fournissent une description plus détaillée de l'expérience utilisateur que celle obtenue en milieu naturel.

CONTACT

Yvonne
DELEVOYE-TURRELL
Adamantia BATISTATOU



Tactose

CONTENU SCIENTIFIQUE

Nous croyons important d'éviter un simple rapport hiérarchique d'application entre le domaine de la recherche et celui des utilisateurs potentiels.

Au contraire, nous voulons promouvoir un travail de conception collaborative associant les personnes aveugles ou malvoyantes à la conception de systèmes d'aide pertinents, même si c'est à partir de premières briques technologiques apportées par le laboratoire.

OUTILS/MÉTHODE

Nous avons développé des logiciels sur PC et Smartphone et une interface que nous nommons MIT (Module d'Interaction Tactile).

Ce module est doté de deux cellules braille électronique présentant une matrice de 4x4 picots pouvant être levés ou baissés. Le curseur de la souris est transformé en une matrice de 4x4 récepteurs.

En fonction de la couleur des pixels sur lesquels il passe, chaque récepteur active le picot correspondant sur le MIT ou déclenche un signal sonore. Du point de vue expérimental nous savons que ce dispositif permet le suivi de ligne et la reconnaissance de formes simples, même si le retour sensoriel reste limité à 16 picots (16 bits d'information à chaque instant).

Cependant il reste à concevoir le design d'environnements graphiques dédiés, adaptés aux différentes tâches que peut rencontrer une personne aveugle, par exemple un étudiant.

EXEMPLES D'APPLICATION

En collaboration avec les personnes aveugles et des écoles spécialisée, nous avons créé des contenus pertinents pour les apprentissages au niveau collège de la cartographie (plan de ville et planisphères), l'anatomie humaine, ou la construction de circuits électroniques.

Nous espérons pouvoir évaluer la pertinence de cette démarche dans le contexte pédagogique, par exemple avec des enseignants à l'INJA (Institut National des Jeunes Aveugles).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Du point de vue expérimental nous savons que ce dispositif permet le suivi de ligne et la reconnaissance de formes simples, même si le retour sensoriel reste limité à 16 picots (16 bits d'information à chaque instant).

Cependant il reste à concevoir le design d'environnements graphiques dédiés, adaptés aux différentes tâches que peut rencontrer une personne aveugle, par exemple un étudiant.

CONTACT

Florent LEVILLAIN
Vincenzo RAIMONDI
Amandine LEGRY
Dominique AUBERT



CONTENU SCIENTIFIQUE

La surdité est associée à une augmentation des seuils auditifs ainsi qu'à une réduction de l'intelligibilité de la parole. On parle de déficit auditif : on entend moins et moins bien.

La modalit  auditive peut également être associée à d'autres troubles de la perception auditive : il est possible de percevoir un son qui n'a pas d'origine physique (acouphène subjectif), de percevoir un son trop fort, voire de ressentir une douleur, alors qu'il est présenté à un niveau modéré (hyperacousie), ou encore de ressentir une émotion excessive (colère)   l'écoute de sons spécifiques (misophonie).

Nous avons développé plusieurs applications, l'une vise à caractériser et diagnostiquer les troubles de la perception auditive, le but d'une autre est d'éviter l'aggravation des symptômes liée à l'exposition aux environnements bruyants et enfin l'objectif d'une troisième est de réduire la g ne chez le sujet présentant un acouphène et/ou une hyperacousie.

OUTILS/MÉTHODE

Si des tests visant à caractériser la surdité et ses conséquences fonctionnelles existent dans le domaine de l'audiologie, des approches équivalentes manquent encore pour le diagnostic des troubles de la perception auditive. Concernant le diagnostic de l'hyperacousie et de la misophonie, nous avons développé un test, fonctionnant sous la forme d'une application androide, qui permet de pallier ce manque. Le sujet doit estimer à quel point le son est agréable/désagréable en utilisant une échelle visuelle analogique.

Ce test est basé sur la comparaison des scores d'un sujet donné à des valeurs normatives d'une population correspondante non symptomatique. L'application permet également de caractériser les propriétés perceptives (sonie, hauteur et timbre) de l'acouphène.

EXEMPLES D'APPLICATION

Notre application consiste donc à offrir un moyen unique de diagnostiquer l'hyperacousie et la misophonie en évitant une trop grande g ne pour le sujet. En effet, concernant le diagnostic de l'hyperacousie, le test est spécialement conçu pour éviter de présenter les sons à un niveau inconfortable (comme c'est le cas lors du test clinique standard - test d'inconfort).

Cette nouvelle approche basée sur l'estimation de la g ne occasionnée par les sons pourrait s'avérer utile pour caractériser la perception auditive chez des sujets présentant des troubles autistiques ou des troubles de l'humeur. Outre l'application « diagnostique », nous présenterons deux autres applications. L'une consiste à monitorer l'environnement sonore permettant ainsi aux sujets de contrôler leur exposition sonore afin d'éviter toute aggravation des symptômes liée au bruit. Une autre application a été développée dans le but de réduire la g ne liée à l'acouphène et à l'hyperacousie. La méthode est basée sur l'écoute de sons naturels ou artificiels (bruits filtrés) et sur la mise en œuvre simultanée d'exercice de relaxation.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Notre étude a permis de sélectionner des sons permettant de discriminer au mieux une population adulte normale sans symptôme (hyperacousie et/ou misophonie) d'une population adulte avec symptôme (hyperacousie et/ou misophonie).

Concrètement, si les scores du sujet diff rent de la population « normale » (critère basé sur le quantile 0.75) alors le sujet est diagnostiqué comme présentant un trouble de la perception auditive (hyperacousie et/ou misophonie) par rapport à la population normale.

CONTACT

Arnaud NORENA



CONTENU SCIENTIFIQUE

La fatigue cognitive se traduit par une altération des fonctions cognitives parmi lesquelles on retrouve les processus attentionnels, la planification ou encore la prise de décision, pouvant impacter négativement les performances cognitive et/ou physique de l'individu.

De nombreuses études se sont penchées sur la caractérisation de cet état cognitif, en comparant l'activité électro-cérébrale et/ou cardiaque avant et après induction d'une fatigue cognitive. Néanmoins, peu d'entre elles se sont intéressées à l'apparition de la fatigue cognitive au cours de la tâche d'induction et aucune, à la propagation de cet état au sein de groupe.

L'enjeu de ce projet était double :

- 1 être en mesure de caractériser les signaux faibles de changements d'état de la personne liés à l'apparition de fatigue cognitive à l'aide de métriques issues de signaux physiologiques cardiaques ;
- 2 analyser la propagation de cet état et les dynamiques de changement d'état au sein d'un groupe de personnes réalisant une tâche collective.

OUTILS/MÉTHODE

Vingt-quatre sujets (âge moyen = 20.7 ± 2.5 ans) ont été répartis en 12 dyades. Les sujets ont réalisé une tâche de cognition collective avant et après une phase visant à induire de la fatigue cognitive (voir figure ci-dessus). La phase visant à induire la fatigue était constituée d'un test de vigilance continue de 20 min. Ce test a été spécifiquement développé par le laboratoire pour ces expérimentations. Des questionnaires visant à quantifier le niveau de fatigue (Échelle visuelle analogique de fatigue) et le niveau de charge mentale (NASA-TLX) ont été proposés aux sujets avant (PRE) et après (POST) l'induction de fatigue. Des enregistrements de l'activité cardiaque ont été réalisés tout au long du protocole (Électrodes ECG, AD-Instruments). Les signaux cardiaques recueillis ont été analysés afin d'enlever les artefacts pouvant amener des erreurs de traitement.

Ces signaux ont ensuite été traités dans les domaines temporel, fréquentiel et non linéaire. Des analyses par fenêtres glissantes et l'application de la méthode de causalité de Granger ont été respectivement appliquées afin de caractériser l'apparition de la fatigue cognitive puis d'étudier la propagation physiologique entre les sujets de la fatigue cognitive. Une analyse statistique par clustering a également été réalisée afin de classifier les sujets en fonction de leurs réponses psychophysologiques.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

La tâche de vigilance développée spécifiquement au laboratoire pour l'induction de fatigue cognitive permet l'instauration significative d'un état de fatigue chez les sujets testés. Une synchronisation physiologique inter-sujets a pu être également observée au sein des dyades.

Les indices issus de l'analyse de variabilité cardiaque mettent en évidence des modifications significatives des modulations autonomes cardiaques en présence de fatigue cognitive. L'étude par clustering des réponses physiologiques cardiaques a également permis d'identifier des profils individuels de réponses psychophysologiques à l'apparition de la fatigue.

L'étude par causalité de Granger a permis d'observer des phénomènes de coordination interpersonnelle semblant à la fois être impactés par l'induction de fatigue cognitive et par le profil physiologique des individus qui composent la dyade.

EXEMPLES D'APPLICATION

Les méthodes de traitement du signal utilisées et les résultats qui en découlent ouvrent des perspectives de recherche intéressantes pour la caractérisation du changement d'état « en temps réel » et la compréhension des phénomènes de propagation d'état au sein de groupes d'individus.

Être en mesure de caractériser en temps réel l'état de l'individu, c'est être capable de prévenir la dégradation de la performance mais également de proposer des solutions de médiation adaptées. Être en mesure de comprendre les phénomènes de synchronisation physiologique qui s'exercent au sein d'un groupe enrichi davantage le champ des possibles pour l'optimisation de la performance collective.

Et finalement, c'est autant d'éléments qui peuvent être réinvestis dans tous les domaines professionnels et/ou sportifs où la performance individuelle et collective a toute son importance.

CONTACT

Véronique ARSAC

Alexis BOFET

Yvan PRATVIEL



Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse

EVOLEX : APPORT DE LA RECONNAISSANCE VOCALE POUR LE DIAGNOSTIC DES DYSFONCTIONNEMENTS COGNITIFS LÉGERS

IT, média et
télécommunications



Santé, e-santé



CONTENU SCIENTIFIQUE

Les dysfonctionnements cognitifs sont fréquemment signalés par les patients qui souffrent d'une pathologie neurologique. Parmi les difficultés cognitives rapportées, nous retrouvons des troubles du langage appelés aphasie.

Ceux-ci peuvent se révéler invalidant dans la vie quotidienne, véritable « handicap invisible », bien réel pour les patients. L'identification des troubles phasiques nécessite une évaluation spécifique par le biais de tests lexicaux, évaluant l'accès aux mots. La plupart des tests utilisés en routine clinique (fluence verbale, dénomination) mesurent l'exactitude via un score de bonnes réponses mais peu fréquemment le temps de réaction.

Au vu de la complexité des processus cognitifs en jeu lors de la réalisation de ces tâches, une analyse qualitative rigoureuse est essentielle afin de mettre à jour les stratégies de réponse de chaque patient. Dans ce contexte, l'utilisation de tests informatisés constitue une piste intéressante.

OUTILS/MÉTHODE

Ainsi, une première collaboration entre les équipes SAMoVA, ToNIC et LNPL a permis d'envisager un outil de traitement informatisé de trois tâches d'évaluation lexicale (fluence verbale, dénomination d'image et génération verbale) et a conduit à un premier développement du logiciel **EVOLEX**. En s'appuyant sur une plateforme logicielle full-web mise au point par le partenaire COVIRTUA Healthcare, l'équipe a ensuite développé une version plus complète et facile d'utilisation.



EXEMPLES D'APPLICATION

Cette utilisation de la reconnaissance vocale, appliquée à des outils d'évaluation cognitive dans le cadre de pathologies neurologiques permet une recherche translationnelle à l'interface de la clinique neurologique, orthophonique et neuropsychologique d'une part, et celui de la recherche fondamentale en psycholinguistique et en reconnaissance vocale d'autre part.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

A l'aide d'**EVOLEX**, les thérapeutes peuvent faire passer les tâches et corriger les réponses fournies par les participants à l'aide d'un navigateur web, nécessitant seulement une connexion à internet. Les fichiers sonores recueillis sont envoyés sur un serveur distant et sont traités automatiquement. En quelques instants, les utilisateurs peuvent visualiser les résultats. Le système de reconnaissance vocale, donnant à la fois la transcription du mot identifié et le temps de réponse du patient, est basé sur les techniques de réseaux de neurones profonds.

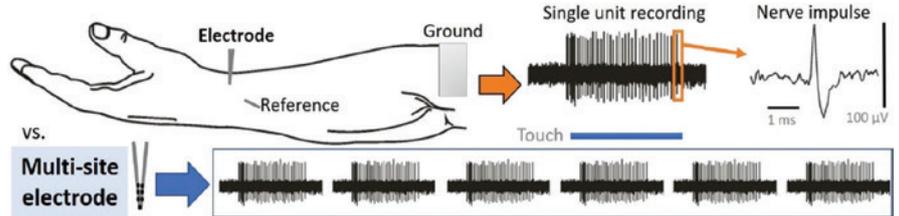
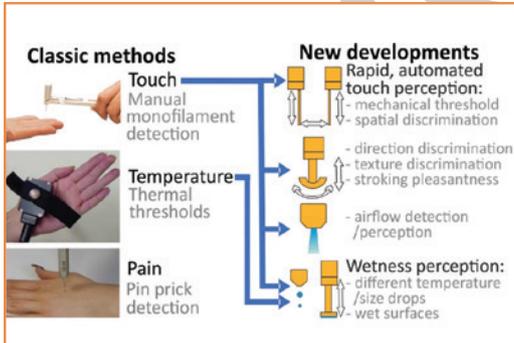
La performance du moteur est excellente avec un taux d'erreur de mots inférieure à 10%. Le résultat de l'analyse est présenté via une interface logicielle intuitive, permettant la relecture, l'identification rapide des doutes de la transcription, et, le cas échéant, la modification manuelle par le thérapeute.

CONTACT

Julien PINQUIER

Jérôme FARINAS





CONTENU SCIENTIFIQUE

Comment vous sentez-vous ?

La peau est le plus grand organe sensoriel et c'est une structure très complexe et hétérogène. La plateforme **BodySense** étudie comment le cerveau donne un sens à toutes ces informations afin d'interagir avec l'environnement. L'étude des processus somatosensoriels et moteurs est complexe et les méthodes dont nous disposons actuellement ne sont pas toujours faciles à utiliser ou accessibles. La plateforme **BodySense** offre une gamme complète de techniques pour évaluer la somesthésie chez l'homme, tout en développant de nouveaux tests plus fins et plus rapides.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Notre objectif est de rendre les tests somatosensoriels et la recherche motrice plus ouverts, accessibles et abordables pour les chercheurs et les cliniciens.

Nos tests et nos méthodes sont en libre accès. Nous fabriquons des outils plus efficaces pour mesurer les processus tactiles et les interactions humaines.

Nos méthodes sont précises et offrent des solutions innovantes, nouvelles et non douloureuses pour tester la fonction sensorielle.

OUTILS/MÉTHODE

Tests disponibles :

- Détection du toucher (monofilaments calibré)
- Discrimination du toucher (perception de plaques striées)
- Sensibilité thermique (froid, chaleur, douleur)
- Perception du toucher affectif (robot de caresses)
- Détection des gouttes d'eau
- Questionnaire de perception du toucher
- Sensibilité proprioceptive (robot d'application de mouvements articulaires, dispositif de vibrations tendineuses)

Approches disponibles :

- Microneurographie (enregistrements d'un nerf périphérique)
- Electromyographie
- Echographie de la peau et des nerfs
- Enregistrements physiologiques (ex. rythme cardiaque, activité électrodermale)
- Tracking de mouvements
- Eye-tracking, casque de réalité virtuelle
- Illusions kinesthésiques induites par vibration tendineuse

EXEMPLES D'APPLICATION

Notre travail est en libre accès et nous visons à l'appliquer dans des situations telles que :

- Tests de toucher, température, douleur et proprioception pour la recherche fondamentale.
- Suivi non invasif et facile du mouvement (pas de marqueurs, contraintes...) et l'analyse de vidéos (ex. sport, démarche).
- Tests cliniques de la fonction sensorielle, y compris des tests simples de toucher/ température et des enregistrements nerveux plus complexes.

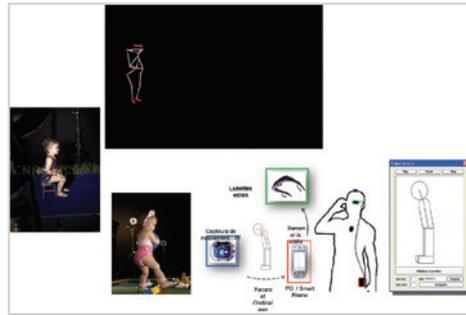
CONTACT

Rochelle ACKERLEY

Roger ATKINS



Expérience de Perception du mouvement humain en microgravité. L'analyse 3D du mouvement utilisée pour la création d'items pur une étude en IRMf.



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le mouvement est indispensable pour réaliser la plupart des activités de la vie quotidienne. Plus largement, la majeure partie des processus cognitifs se traduisent par la motricité. Alors que cognition et motricité sont souvent abordées comme deux fonctions distinctes, il existe une interaction réciproque entre le corps (moteur) et l'esprit (cognition).

Dans ce contexte, l'analyse de la motricité, saine et pathologique, renseigne sur ce lien étroit entre motricité et cognition et permet de mieux comprendre bon nombre de fonctions cognitives de haut niveau comme par exemple la perception ou les interactions sociales.

OUTILS/MÉTHODE

Nous étudions l'Action et ses adaptations dans une perspective vie entière, du bébé à la personne âgée, sains et pathologiques.

Nous disposons de 3 systèmes d'analyse automatique du mouvement non invasifs et sans contraintes dont l'un est implanté sur site hospitalier (Service de neurologie, Hôpital adulte de la timone). Ce sont des systèmes multiparamétriques permettant l'analyse dynamique (plateforme de force), cinématique (système optoélectronique) et électromyographie (EMG de surface).

EXEMPLES D'APPLICATION

- Mieux comprendre une pathologie
- Analyser les effets secondaires d'un traitement.
- Mettre en place et valider des méthodes de réhabilitation.
- Développer des items originaux pour comprendre la perception humaine et les interactions sociales.
- Valider d'outils d'évaluation de la motricité comme l'actimétrie.
- Etudier le geste sportif.
- Mettre en place des programmes d'entraînement des astronautes et de patients (l'Espace au Service de la Santé).
- ...

PRINCIPE DÉMONTRÉ

- La thalomotomie bilatérale gamma Kniffe pour traiter le tremblement essentiel sévère : une technique efficace et sûre.
- Maladie de Parkinson : dépendance visuelle = stratégie compensatrice d'un déficit proprioceptif.
- Mise en place d'un dispositif de biofeedback pour rééduquer la proprioception dans la MP.
- Adaptation du système sensori-moteur à l'absence de gravité.

CONTACT

Marianne VAUGOYEAU

Nathalie BARIL

Laure SPIESER



AGON
The spirit of modern sport



CONTENU SCIENTIFIQUE

AGON intègre dans le quotidien des athlètes, de tous niveaux (du professionnel à l'amateur) et de tous horizons (sports individuels ou collectifs), la dimension cognitive et l'entraînement de capacités jusqu'ici laissées de côté. Pour ce faire, nous créons des solutions d'entraînement via des technologies novatrices pour faire croître les performances cognitives des athlètes.

AGON a créé des exercices au sein d'un casque de réalité virtuelle qui permettent de travailler sur le développement et l'analyse des performances cognitives des athlètes.



OUTILS/MÉTHODE

Les chercheurs de l'UMR SCALAB ont pour objectif de mener une étude pour évaluer et valider la transférabilité entre les compétences acquises via les outils d'entraînement AGON et les performances sportives réelles des athlètes.

Un total de 20 participants suivront un programme d'entraînement durant 4 semaines avec trois évaluations du calepin visuo-spatial de la mémoire de travail et des processus attentionnels. Deux avant le suivi de l'entraînement en réalité virtuelle (RV) et une évaluation après.

Le programme d'entraînement est constitué d'une séance par semaine de 20 minutes. La performance est quantifiée avec un score global qui est restitué aux participants pour motiver la progression.

Au début et à la fin de chaque session, nous évaluerons l'état de fatigue, l'état motivationnel et les prédictions des joueurs.

EXEMPLES D'APPLICATION

Les entraînements cognitifs numériques ont l'avantage de pouvoir conserver et analyser facilement les performances des utilisateurs sur le long terme. Ainsi, chaque utilisateur a l'opportunité de développer une baseline de ses capacités cognitives. Ce type de métrique est difficile à mettre en place en temps normal, car la plupart des tests cognitifs et neuropsychologiques sont encore réalisés avec l'aide d'un praticien sur des supports papier. Lors de tests neuropsychologiques après une suspicion de TC, les médecins comparent généralement les performances des patients à une norme. Néanmoins, cette norme, extraite des performances d'un échantillon de la population globale, ne représente pas forcément les performances du patient, en particulier lorsqu'il s'agit de sportif de haut niveau qui disposent le plus souvent de capacités cognitives supérieures dans certains domaines comme l'attention et les fonctions exécutives (*Brown et al. 2007*). Par ailleurs, la littérature recommande l'utilisation de la baseline comme indicateur pour l'évaluation de l'état de santé de l'athlète après un traumatisme plutôt que la méthode normative (*Louey et al., 2014*).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

L'objectif de notre étude avec AGON sera de rapporter des résultats permettant d'objectiver l'efficacité d'un entraînement perceptivo-cognitif en RV.

Cet environnement virtuel pourra alors être proposé aux athlètes de haut niveau ayant la volonté d'améliorer leur mémoire de travail et leur attention avec un aspect ludique et mobile pour faciliter l'engagement.



CONTACT

Sirine HASSEN

Yvonne DELEVOYE-TURRELL

Maëven DAUCE (AGON)

Erwan MAHÉ



DÉMONSTRATEUR MOVVI VERSION 1.0 – MOTION OPTIMIZATION BY VISUAL VIRTUAL IMMERSION



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le démonstrateur **MOVVI** présente l'utilisation de la réalité virtuelle (RV) pour l'amélioration des performances d'interaction gestuelle 3D.

Gestes, mouvements, actions, postures, équilibres, locomotions, navigations, toutes ces fonctions motrices sont fortement sollicitées dans de nombreuses activités quotidiennes et professionnelles.

Leur efficacité conditionne la qualité de l'interaction de l'individu à son environnement et garantit ainsi la production et le développement de comportements et aptitudes adaptés aux difficultés, contraintes et exigences des tâches motrices à réaliser.

Deux domaines appliqués sont particulièrement intéressés par l'analyse des performances d'interaction :

- 1. **l'ergonomie** du geste professionnel pour l'apprentissage et l'entraînement des gestes et procédures techniques;
- 2. **la rééducation motrice** pour le réapprentissage et la restauration fonctionnelle des motricités dégradées.

Ces deux domaines ont les mêmes objectifs d'efficacité fonctionnelle du geste, en stimulant et renforçant de façon contrôlée les processus sensorimoteurs et cognitifs associés.

Les deux projets **ERGOMETRIX** et **PIVVIT** présentés par le démonstrateur **MOVVI** ont pour objectifs d'utiliser et la flexibilité d'usage et d'adéquation de la RV à cette fin.

OUTILS/MÉTHODE

Le démonstrateur MOVVI présente un ensemble d'environnements visuels virtuels, dédié à l'analyse de la performance d'interaction en immersion. Il permet de simuler des scènes visuelles dynamiques quasi-réalistes au sein desquelles l'individu immergé via un casque de RV doit réagir-interagir selon des scénarios paramétrables à la demande.

Ce démonstrateur incorpore différentes ressources du laboratoire GIPSA-lab permettant :

- 1. **la création** de scénarios immersifs interactifs, ajustables selon les exigences de la tâche à exécuter
- 2. **l'enregistrement biométriques temps-réel** des données comportementales, physiologiques et neuro-biomécanique de l'utilisateur au moyens de dispositifs couplés;
- 3. **la synchronisation et le marquage des données** sur les événements essentiels des scénarios d'interaction
- 4. **l'analyse corrélatrice** des performances d'interaction à partir (a) de critères d'identification des différentes étapes de traitement de l'information, de prise de décision et contrôle du geste, et (b) des contraintes, exigences et difficultés ergonomiques et cliniques
- 5. **la modélisation des comportements d'interaction** en termes de ratio efficacité/défaillance du geste est modélisée au moyen de grilles d'analyses descriptives basées sur une identification distinctive caractérisant les réussites et erreurs sensorimotrices et cognitives
- 6. **la préconisation d'améliorations** des environnements et scénarios immersifs d'apprentissage et d'entraînements, établie à partir des points précédents de dispositifs couplé.



EXEMPLES D'APPLICATION

Deux applications sont présentées par le démonstrateur **MOVVI** :

- 1. le projet **ERGOMETRIX**, destiné à l'apprentissage, l'entraînement des gestes d'interaction et manipulation pour l'optimisation ergonomique du geste professionnel chez l'opérateur technique, industriel ;
- 2. le projet **PIVVIT**, destiné au réapprentissage de la motricité dégradée dans le traitement thérapeutique des troubles du geste et de l'équilibre chez le patient vestibulo-lésé. Bien que ciblés sur deux populations spécifiques d'utilisateurs, ces deux projets bénéficient de la même démarche de Recherche et Développement appliqués. Ils ont pour objectifs d'utiliser l'intérêt de la RV au service de la personne, à la fois pour le développement de ses compétences professionnelles (dimension Ergonomie), que pour l'amélioration de son bien-être et de son autonomie (dimension Santé).

Un troisième projet **GEXPER-Sport** (GEste-EXPertise-PERformance) est en cours d'élaboration. Il est quant à lui dédié à l'optimisation de la performance en Sport de Haut-Niveau, basé sur l'entraînement à l'adaptation rapide aux perturbations et surcharges sensorielles, cognitives et motrices, en RV. Ce troisième volet renforcera les perspectives appliquées d'un projet global **HUMAN** (HUMAN-Movement-ANALYSIS) porté par l'équipe MOVE du département PSD (Pôle Sciences des Données) au sein du GIPSA-lab et de sa plateforme d'analyse neuro-biomécanique appliquée.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le démonstrateur MOVVI s'appuie sur les résultats préalablement obtenus par l'équipe. Ils valident l'usage de la VR comme dispositif fiable pour l'analyse des coordinations motrices corps-entier [1,2] et le réapprentissage du contrôle postural [3], en démontrant :

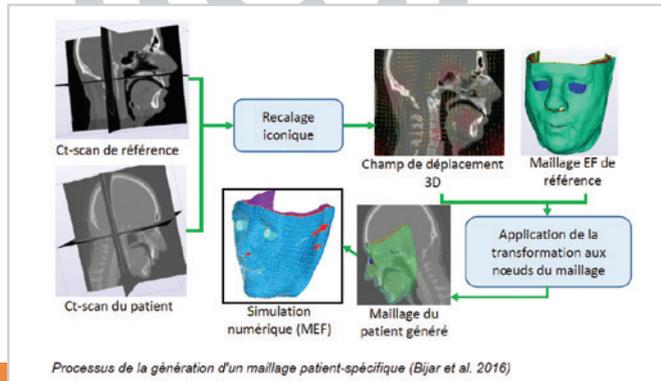
- 1. l'intérêt de l'immersion visuelle virtuelle basée sur l'interaction directe à la première personne en tant qu'environnement quasi-naturel de stimulation sensorimotrice et cognitive,
- 2. la dépendance directe « stimulation-réactivité-adaptation » sans latence d'ajustement,
- 3. l'effet structurant de l'immersion sur les processus de préparation et de contrôle dynamique du geste et de l'équilibre,

- 4. la précision des dispositifs d'acquisition des données psychophysiques, physiologiques et comportementales obtenues en immersion,
- 5. l'analyse longitudinale des performances par l'examen de l'historique des données. Rajoutons cependant, l'inconfort d'immersion, de latence et durée variables selon la sensibilité visuo-vestibulaire des individus et le niveau de difficulté des scénarios. Ce point essentiel pondère l'ajustement « personne-dépendant » des scénarios d'immersion.

[1] Martin O. et al., *Journal of Visualization and Computer Animation*, Vol.14 (2003), 253-260.
 [2] Push A. et al., *International Journal of Human Computer Study* (2009), 67-3, 256-268.
 [3] Voda A. et al. *Proceedings 8th IFAC Conference on Foundations of Systems Biology in Engineering* (2019), Valencia, Spain, p. 1-6.

CONTACT

Olivier MARTIN
Pascal BELLEMAIN



CONTENU SCIENTIFIQUE

La paralysie faciale est associée à une perte de motricité des muscles faciaux, induisant un affaissement du visage sous l'effet de la gravité, avec des conséquences esthétiques et fonctionnelles. Afin de compenser cet affaissement, les chirurgiens ont proposé une procédure clinique consistant à insérer et ancrer des fils tenseurs biodégradables sous la peau du visage, dans l'objectif de remettre en tension les zones relâchées et redéfinir les contours du visage.

L'objectif de travail est la réalisation d'une **preuve de concept d'un outil logiciel qui sera proposé aux chirurgiens** afin de prédire et de visualiser en pré opératoire et en temps réel l'apparence esthétique post opératoire du visage du patient.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Cette étude a permis la réalisation d'une preuve de concept d'un outil logiciel qui utilise des simulations numériques avec un modèle biomécanique du visage humain par éléments finis (EF) afin de permettre aux chirurgiens de :

- 1. Prédire le comportement du visage après l'ajout des fils tenseurs
- 2. Visualiser en préopératoire et en temps réel l'apparence esthétique postopératoire du visage du patient en utilisant des modèles réduits (Reduced Order Models).

OUTILS/MÉTHODE

Notre approche scientifique a consisté à rassembler toutes les briques nécessaires à la réalisation d'un outil logiciel afin d'assister les chirurgiens maxillo faciaux dans leur planning chirurgical :

- 1. Génération quasi automatique du modèle biomécanique de visage patient spécifique par éléments finis (EF) à partir de données d'imagerie médicale 3 D de type CT scan (figure 1)
- 2. Proposer un outil de visualisation 3 D de ce modèle de visage permettant au chirurgien de positionner un fil tenseur dans le visage du patient
- 3. Générer un script automatique Ansys APDL permettant de lancer des calculs Eléments Finis (EF)
- 4. Interagir avec l'outil logiciel StaticRomBuilder d'ANSYS afin de construire un modèle réduit du visage du patient
- 5. Visualiser interactivement sur l'interface logicielle CamiTK les déformations 3 D du visage.

EXEMPLES D'APPLICATION

L'interface logicielle a pour objectif d'assister les chirurgiens lors d'une opération chirurgicale, et de fournir des réponses aux patients sur les aspects esthétiques et fonctionnels.

Différents modules ont été implémentés afin de générer un modèle EF de visage patient spécifique, et de prédire sa déformation après l'ajout d'un fil tenseur. Le logiciel étant open source plusieurs modules peuvent être ajoutés en fonction des demandes des patients.

CONTACT

Marie Charlotte PICARD

Pascal PERRIER

COMMENT LES INFORMATIONS VISUELLES LIÉES AU MOUVEMENT PERTURBENT-ELLES NOTRE PERCEPTION DU TEMPS ET DE L'ESPACE ?



CONTENU SCIENTIFIQUE

Les mécanismes de la perception du temps et de l'espace ne semblent pas indépendants chez l'humain : la longueur d'un stimulus influence la perception de sa durée, le temps de présentation d'un stimulus impacte l'estimation de son amplitude spatiale (Winter, Marghetis & Matlock, 2015). Ces résultats suggèrent l'existence d'un système commun dédié au traitement des magnitudes spatiotemporelles (Walsh, 2003) dans le cerveau. Toutefois, de nouveaux résultats suggèrent que les interactions spatiotemporelles pourraient également être asymétriques, c'est-à-dire que l'une des dimensions serait résiliente aux changements de l'autre dimension dans des contextes expérimentaux plus réalistes (Riemer, Shine & Wolbers, 2018) ou dans le cadre de modèles théoriques plus modernes (Martin, Wiener & van Wassenhove, 2018). De plus, des biais spécifiques à l'une des deux dimensions ont été décrits dans la littérature : sous-estimation des distances perçues en réalité virtuelle (Renner, Velichkovsky, & Helmert, 2013) mais pas forcément des durées (van der Ham et al., 2019), dilatation des durées perçues en fonction de la vitesse de déplacement (van Rijn, 2016) mais pas forcément des distances (Frenz et al., 2007)... Afin de fournir de nouveaux éléments à ce débat, il semble donc crucial de moderniser les approches méthodologiques et théoriques en s'intéressant à des contextes plus écologiques (ANR Wildtimes, ANR-18-CE22-0016).

OUTILS/MÉTHODE

Dans la série d'études réalisées au cours de ce projet de recherche, nous avons choisi d'observer comment des facteurs contextuels impactaient différemment ou non les mécanismes de traitement du temps et de l'espace. Parmi ces facteurs contextuels, nous avons manipulé le mouvement réel par le biais d'un robot mobile développé sur mesure (Figure 1 : exemples de matériel robotique et virtuel utilisé au cours de ces études). Nous avons également manipulé le mouvement virtuel grâce à l'utilisation de la réalité virtuelle immersive (casque Meta Quest 2, software Unity). Nous nous sommes également intéressé à la validité de l'emploi de la réalité virtuelle en comparant un environnement réel à sa contrepartie virtuelle (géométrie exacte, indices visuels de profondeur à haute fidélité...). Les tâches réalisées au cours de ces études consistaient à montrer aux participants des durées ou des distances par le biais de mouvement (réel ou virtuel), puis de leur demander de reproduire le plus précisément possible un mouvement de même durée/distance. En fonction des études, l'amplitude des déplacements s'évaluaient de 5 à 90 mètres, et les vitesses de déplacement allaient de la vitesse moyenne de la marche (4.5 m/sec) à des vitesses véhiculées jusqu'à 72 km/h.



EXEMPLES D'APPLICATION

Bien que concernant principalement la recherche fondamentale et le développement de théories expliquant le fonctionnement du cerveau et du comportement, ces travaux ont également une portée appliquée. En effet, ils sont à la base de projets en cours visant à mieux intégrer la perception spatiotemporelle et ses biais dans :

- l'expérience des usagers en trains à haute vitesse (collaboration SNCF)
- le développement de représentations cartographiques innovantes (collaboration LVMT)
- l'utilisation des applications de réalité virtuelle à destination de la recherche (ARPEGE)

Enfin, ces résultats s'inscrivent dans une dynamique de changement paradigmatique lié aux outils et méthodes de la recherche à l'image du projet Wildtimes (ANR-18-CE22-0016), visant à mettre les résultats scientifiques à l'épreuve de contextes réels ou réalistes afin d'en améliorer l'applicabilité et la validité écologique.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Exemples de résultats obtenus :

- Le temps et l'espace semblent tous deux soumis aux mêmes mécanismes d'estimations des magnitudes modélisables par une **approche statistique Bayésienne** (cf. effets de régression à la moyenne et de variabilité scalaire ; Petzschner & Glasauer, 2015).
- Cependant, les paramètres statistiques servant à estimer chacune des dimensions semblent bien indépendants : **mécanisme partagé mais systèmes spécialisés ?**
- Par exemple, la réalité virtuelle affecte bien la perception des distances mais également celle des durées de déplacement. De plus dans ce contexte, **son effet est plus important sur les durées que sur les distances !** A l'inverse, le contexte visuel intérieur ou extérieur n'affecte que les distances et pas les durées (Figure 3 : Biais d'estimation des magnitudes reproduites en fonction du contexte (réel ou virtuel à gauche, intérieur ou extérieur à droite) et de la dimension d'intérêt).
- La vitesse de déplacement ne module pas les estimations de distance malgré la difficulté de la tâche. En revanche, nous observons un **effet de dilatation du temps psychologique en fonction de la vitesse** (Figure 4 : biais d'estimation des magnitudes reproduites en fonction de l'amplitude de la magnitude de référence, de la vitesse et de la dimension d'intérêt) : **plus nous allons vite, plus notre cerveau compte vite les secondes !**

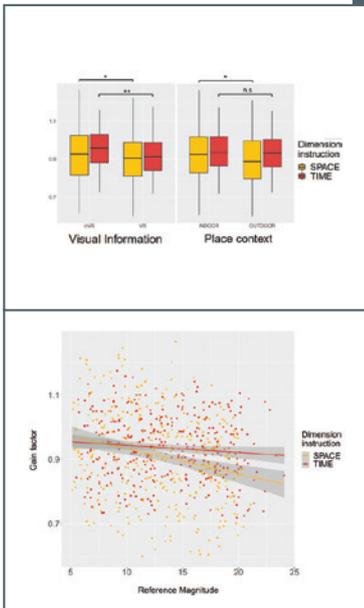


Figure 2 : biais d'estimation des magnitudes reproduites en fonction de l'amplitude de la magnitude de référence et de la dimension d'intérêt

CONTACT

Simon LHUILLIER

Valérie GYSELINCK



GAZE PLAY EVAL

CONTENU SCIENTIFIQUE

Les compétences langagières sont généralement évaluées par des tests standardisés. Ces tests passent par l'usage de modalités de communication qui ne sont pas envisageables pour certaines personnes, en particulier les personnes avec un trouble complexe de la communication (TCC). Ces personnes ne peuvent pas communiquer via les modalités classiques de communication et leurs compétences langagières sont très difficiles à évaluer.

De plus, les items des tests existants peuvent correspondre à du vocabulaire non pertinent pour ces personnes. Or l'évaluation du langage réceptif peut aider les professionnels de la santé ou les enseignants à mieux comprendre les besoins de la personne en situation de handicap et à adapter leur approche pour l'aider à atteindre ses objectifs de communication.

Elle est aussi importante en recherche pour décrire et évaluer les compétences des personnes. L'évaluation du langage réceptif chez les personnes avec un TCC requiert donc une adaptation des tests existants voire la création de nouveaux tests, adaptés aux spécificités sensori-motrices de la personne, à sa culture et à ses moyens de communication. L'objectif de **GazePlay-Eval** est de développer une plateforme permettant d'adapter des évaluations existantes du langage réceptif et d'en développer de nouveaux via des modalités interactives accessibles aux personnes avec un TCC.

OUTILS/MÉTHODE

Gaze-Play-eval est un logiciel qui permet d'implémenter une évaluation de manière modulable. Le professionnel ou le chercheur peut décrire les étapes du test et son contenu ainsi que les scores à calculer selon la réponse de la personne. Le concepteur (ou un programme) peut décrire dans une grammaire dédiée les différentes étapes. Une application permet également de cacher l'écriture de cette grammaire pour les utilisateurs moins aguerris. Les formats de sortie sont également personnalisables pour faciliter l'exploitation dans des outils externes tels que Python, R, Matlab. Plusieurs modes d'interactions sont possibles pour l'utilisateur (toucher, regard, souris) sous réserve que le matériel nécessaire soit disponible. Les items peuvent être présentés sous forme d'image, de texte ou de son.

EXEMPLES D'APPLICATION

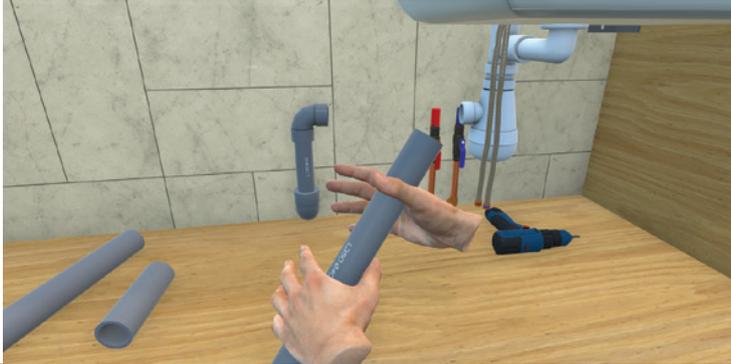
Une première version du logiciel est actuellement disponible. L'outil étant libre, celui-ci pourra ainsi évoluer grâce aux retours reçus et aux avancées technologiques sur lesquelles il repose. GazePlay-eval a notamment pu être utilisé et une première version testée dans le cadre d'un mémoire de neuropsychologie en 2020 auprès d'enfants en situation de polyhandicap (déficience intellectuelle jugée profonde, absence de langage oral, impossibilité d'interagir autrement que par le regard ou des gestes manuels très très limités) et dans le cadre d'un mémoire d'orthophonie visant la création d'un test pour l'évaluation par le suivi oculaire de personne en état végétatif (Bera). Le logiciel GazePlay-eval est en constante évolution grâce à la participation active de la communauté et son intégration à des projets de recherche (ex : Bera, ANR AAC4ALL). Les utilisateurs peuvent soumettre leurs commentaires et leurs idées pour améliorer les fonctionnalités du logiciel, ce qui permet de le faire évoluer en fonction des besoins réels des utilisateurs.

PRINCIPE DÉMONSTRÉ

L'objectif de **GazePlay-eval** est d'offrir une solution libre et gratuite pour l'évaluation des compétences langagières des personnes avec un TCC. Il permet d'implémenter des tests adaptés aux connaissances et compétences sensori-motrices de ces personnes. Il facilite l'évaluation, la production des comptes rendus mais offrent aussi la possibilité d'analyser des données dans le cadre de la recherche (cf. stratégies d'exploration au regard, temps de réaction etc).

CONTACT

Jordan ARRIGO
Marion DOHEN
Jérôme GOULIAN
Amélie
ROCHET-CAPELLAN
Didier SCHWAB



CONTENU SCIENTIFIQUE

La réalité virtuelle est un nouveau média permettant de favoriser la confiance en soi, l'engagement et la rétention d'information (Wu et al, 2020). Elle trouve particulièrement sa place dans des dispositifs d'orientation et de formation professionnelle.

A travers le sentiment de présence qu'elle provoque, elle permet de faire vivre des situations réaliste et interactives auprès de ses utilisateurs. rices. Elément central dans la compréhension et la projection sur un future métier (Wendy-lou, 2013).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Mimbus Discover est compatible avec les casques autonomes et filaires les plus communément utilisés (ex : Quest , PICO, HTC, HP, ...) afin de s'adapter aux centres déjà équipés. Le tutoriel et les informations présents dans ce logiciel permet à l'utilisateur une découverte guidée, intuitive et en toute autonomie des métiers.

A travers la présence de consignes visuelles et une utilisation stationnaire, **Mimbus Discover** s'adapte à des populations présentant des handicaps auditifs et moteurs. En termes d'accessibilité auprès des populations vulnérables, la réalité virtuelle est également un média adapté aux personnes possédant un trouble autistique (Torkaskaia, 2021).

OUTILS/MÉTHODE

Mimbus Discover est un logiciel s'utilisant avec un casque de réalité virtuelle et des contrôleurs. Il est composé d'une quinzaine d'expérience interactives simulant l'activité quotidienne d'un professionnel métier. C'est donc par l'action qu'un utilisateur découvre les métiers d'électricien, de plombier, de boucher ou encore d'aide à la personne. A la fin de l'expérience, un feedback de son comportement et de ses performances est fourni à l'utilisateur.

Ce logiciel a pour vocation d'être un outil complémentaire aux conseillers d'orientation pour aider leurs orientés à cibler leurs appétences et à se familiariser à leurs futurs métiers (<https://www.mimbus.com/produit/mimbus-discover/>).

EXEMPLES D'APPLICATION

Sortis en 2021, **Mimbus Discover** est déployé auprès de centres d'orientation régionaux, des centres d'informations et d'orientation de l'éducation nationale et de Pôle Emploi. Des centres de formation professionnelle l'emploi également lors de portes ouvertes afin de faire découvrir leurs métiers.

Afin d'observer sa pertinence auprès de population vulnérable, **Mimbus Discover** a été testé par OTEMA TSA sur des enfants présentant des troubles autistiques et provenant des classes ULIS.

Les retours des enseignants et des apprenants sont très positifs et montre une motivation augmentée, un faible taux de rejet ainsi qu'une facilité de prise en main (<https://www.otema-tsa.fr/page/1515862-programme-of2i>).

BIBLIOGRAPHIQUES :

- Tokarskaia, L. V., Bystrova, T. Y., & Valieva, E. R. (2021). The project of professional career orientation complex for ASD pupils based on virtual reality technologies. In SHS Web of Conferences (Vol. 97, p. 01017). EDP Sciences.
- Wendy-lou, L. G. Using Virtual Reality Environments to Improve the Career Self-Efficacy of Minority Students: An Introduction.
- Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. British Journal of Educational Technology, 51(6), 1991-2005.

CONTACT

Philippe CABON
Quentin JORDHAN



CONTENU SCIENTIFIQUE

La combinaison **GERT®** (Simulateur GERonTologique) est un dispositif qui permet de simuler un vieillissement sensoriel prononcé, à l'aide du port de lunettes, d'un casque auditif et de gants en plastique simulant une altération de la vision, de l'audition et du toucher respectivement.

Elle simule aussi un vieillissement moteur important à l'aide de poids, de coudières, de genouillères et de mitaines limitant les flexions et les extensions de différentes articulations du corps, réduisant ainsi la mobilité et la dextérité (Bowden et al., 2020). Elle permettrait de ressentir l'équivalent d'un vieillissement de 30-40 ans chez des jeunes adultes en bonne santé (Moll, 2019).

Quelques travaux ont mis en avant un effet hétérogène de la combinaison selon les tâches utilisées (vitesse de marche, déboutonner des boutons, etc. ; Lauenroth, 2017 ; Vieweg & Schaefer, 2020).

Peu d'études l'ont utilisé sur des tâches plus complexe (par ex., faire ses courses ; Lavallière et al., 2016).

PRINCIPE DÉMONTRÉ

La combinaison **GERT®** est un outil qui permet d'investiguer les impacts du vieillissement sensoriel et/ou moteur sur les tâches du quotidien (faire ses courses, utiliser un smartphone, etc.) comme sur des tâches plus spécifiques (de mémoire, d'équilibre, etc.).

La combinaison **GERT®** permet aussi de désintriquer les facteurs sensoriels et moteurs des facteurs cognitifs, et d'étudier leurs effets sur des performances cognitives afin d'enrichir nos connaissances plus fondamentales sur la façon dont le corps, les sens et la cognition interagissent entre eux avec l'avancée en âge. Ces connaissances peuvent in fine permettre de développer des aides visant à faciliter le quotidien des personnes âgées.

EXEMPLES D'APPLICATION

La combinaison **GERT®** est à l'origine utilisée pour favoriser le développement de l'empathie envers les personnes âgées, elle n'a donc presque jamais été utilisée dans des études portant sur la cognition et le vieillissement.

Elle pourrait pourtant permettre d'investiguer le rôle des fonctions sensorielles et/ou motrices dans les difficultés que rencontrent les personnes âgées au quotidien (par exemple, se déplacer, utiliser de nouveaux outils, etc.).

De plus, sa configuration en différentes pièces permet de ne sélectionner que les aspects du vieillissement qui nous semblent intéressant à étudier : moteur, visuel, auditif et/ou tactile.

Des pièces supplémentaires permettent également d'investiguer des pathologies spécifiques au vieillissement comme les tremblements ou les douleurs.

RÉFÉRENCES :

- Bowden, A., Wilson, V., Traynor, V., Chang, H-C. Exploring the use of ageing simulation to enable nurses to gain insight into what it is like to be an older person. *J Clin Nurs*. 2020; 29: 4561- 4572. <https://doi.org/10.1111/jocn.15484>
- Lauenroth, A., Schulze, S., Ioannidis, A., Simm, A., & Schwesig, R. (2017). Effect of an Age Simulation Suit on Younger Adults' Gait Performance Compared to Older Adults' Normal Gait. *Research in Gerontological Nursing*, 10(5), 227-233. <https://doi.org/10.3928/19404921-20170831-04>
- Lavallière, M., D'Ambrosio, L., Gennis, A., Burstein, A., Godfrey, K. M., Waerstad, H., Puleo, R. M., Lauenroth, A., & Coughlin, J. F. (2017). Walking a mile in another's shoes : The impact of wearing an Age Suit. *Gerontology & Geriatrics Education*, 38(2), 171-187. <https://doi.org/10.1080/02701960.2015.1079706>
- Moll, W. (2019). GERonTologic simulator GERT. Retrieved from <http://www.age-simulation-suit.com/>
- Vieweg, J., & Schaefer, S. (2020). How an Age Simulation Suit affects Motor and Cognitive Performance and Self-perception in Younger Adults. *Experimental Aging Research*, 46(4), 273-290. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2020.176629>

OUTILS/MÉTHODE

La combinaison **GERT®** est utilisée dans nos travaux afin de modifier le contexte sensori-moteur de jeunes adultes et comparer leurs performances à celles d'adultes contrôles non altérés physiquement ou cognitivement et à des adultes âgés dont les capacités sensori-motrices et cognitives sont connues pour être affectées par l'avancée en âge.

L'objectif est de désintriquer les facteurs sensoriels et moteurs des facteurs cognitifs, et d'étudier leurs effets sur des performances cognitives variées (en particulier celles impliquées dans la navigation spatiale et la traversée de rue).



CONTACT

Aurélie DOMMES

Marie TROUVÉ

Valérie GYSELINCK



EXEMPLES D'APPLICATION

Notre jeu a pour objectif d'être utilisé en psychologie expérimental, dans le cadre du projet de recherche MACA (<https://www.maca.community/>) qui a pour objectif d'établir une cartographie des capacités cognitives et perceptives des individus autistes.

Notre jeu a également pour objectif d'être utilisé dans le cadre de recrutement/réorientation professionnelle en permettant de repérer des facilités pour un domaine de compétences.

CONTENU SCIENTIFIQUE

L'évaluation de performances par le jeu peut diminuer l'anxiété dû au contexte d'évaluation et ainsi augmenter des performances en examen. De plus, les jeux peuvent induire d'autres effets sur le joueur connu pour améliorer ces performances.

Ces effets comprennent :

- une forte motivation intrinsèque,
- l'immersion,
- l'état de flow.

En facilitant une meilleure performance, les jeux pourraient permettre de collecter des données plus représentative des performances cognitives d'un utilisateur en contexte optimal.

Outils/Méthode

Un premier prototype de jeu a été développé, en y intégrant des outils de mesure et d'enregistrement, servant à évaluer des compétences en algorithmique. L'accessibilité du jeu est importante pour garantir une pluralité de publics et assurer qu'un score bas reflète une performance basse et non une mauvaise accessibilité de l'outil.

C'est pourquoi nous privilégions une méthode basée sur des entretiens et playtest avec des publics concernés de manière à prendre en compte leurs besoins. Le prototype est jouable au clavier/souris ou à l'oculomètre (avec le regard) pour permettre une plus grande accessibilité.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Le jeu vidéo est un outil utilisable dans le cadre de récolte de donnée en psychologie expérimentale.

CONTACT

Benjamin MISIAK



CONTENU SCIENTIFIQUE

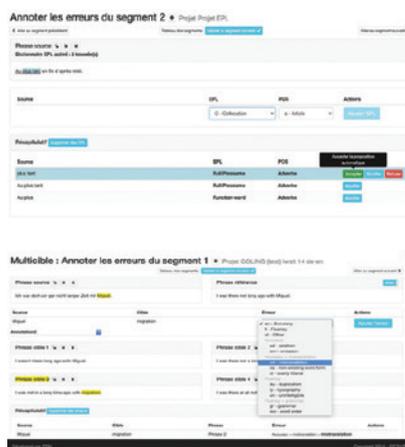
L'évaluation de la traduction automatique (TA) est dominée par les métriques automatiques telle que BLEU (Papineni, et al. 2002) pour ne citer que la plus connue. BLEU établi un score entre une hypothèse de traduction et une référence, en fonction des changements à effectuer pour que l'hypothèse corresponde à la référence. Par ailleurs, l'utilisation des réseaux de neurones a fait émerger des systèmes de TA à base de « Transformer », dont le principe est l'apprentissage d'un modèle de TA sur de gros corpus parallèles, et l'affinage (fine-tuning) à un domaine particulier en utilisant des corpus plus petits. Que ce soit pour l'évaluation ou l'affinage, ces tâches nécessitent des corpus de qualité, annotés manuellement par des experts selon les tâches à effectuer. C'est ce que se propose de faire ACCOLÉ.

Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward, and WeiJing Zhu. 2002. BLEU: A method for automatic evaluation of machine translation. In Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pages 311-318, Philadelphia, Pennsylvania, USA. Association for Computational Linguistics.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

ACCOLÉ permet de créer des corpus annotés par des experts et donc de très hautes qualités afin d'évaluer la TA, ou d'affiner des modèles de traduction ou de détection d'EPL (Esperança-Rodier et al., 2022). ACCOLÉ a ainsi permis de présenter un travail d'évaluation à une conférence de rang A+, COLING, en 2020.

« A Study on the worthiness of MWEs manually-annotated corpora to train Neural Networks to detect MWEs » Emmanuelle Esperança-Rodier, Fiorella Albasini, Yacine Haddad. Translating and the Computer 44, Asling, Nov 2022, Luxembourg, à paraître.



OUTILS/MÉTHODE

ACCOLÉ est une plate-forme d'annotation d'erreurs de traduction de corpus parallèles bilingues et/ou multi-cibles, avec laquelle il est possible d'annoter manuellement les erreurs de traduction en fonction de typologie d'erreurs, telles que MQM (Lommel, et al. 2014). La plateforme ACCOLÉ permet également l'annotation semi-automatique d'Expressions Polylexicales (EPL) selon les typologies d'EPL existantes sur des corpus monolingues. Il est aussi possible d'évaluer les erreurs de traductions des EPLs ainsi annotées sur des corpus bilingues. Afin d'obtenir un bon accord inter-annotateur, la plateforme permet une annotation collaborative par le biais de discussions associées aux annotations posant problèmes (difficulté de délimitation des erreurs ou des EPLs, difficulté d'attribution des types d'erreurs ou d'EPL).

ACCOLÉ est accessible en ligne.

Arle Lommel, Hans Uszkoreit, and Aljoscha Burchardt. 2014. Multidimensional Quality Metrics (MQM): A Framework for Declaring and Describing Translation Quality Metrics. Tradumática, pages 0455-463.

EXEMPLES D'APPLICATION

Des corpus experts d'annotation d'erreurs de TA ou bien d'EPL ont été produits en utilisant ACCOLÉ, notamment pour le couple de langues Français-Polonais pour les erreurs de TA des EPLs (Esperança-Rodier et al., 2021), et pour le français sur la partie « Témoigner » du corpus français « Para-SHS ». À ce jour, la plateforme a permis de travailler sur plus de 40 corpus (monolingues, bilingues ou multi-cibles) et de créer plus de 40 000 annotations. La plateforme ACCOLÉ a aussi permis de réaliser pour la première fois une évaluation qualitative de la qualité de la traduction automatique neuronale à la volée, pour le couple de langue Français-Allemand et Allemand-Français présenté à COLING 2020 (Elbayad et al., 2020)

« DeepL vs Google Translate: who's the best at translating MWEs from French into Polish? A multidisciplinary approach to corpora creation and quality translation of MWEs » Emmanuelle Esperança-Rodier, Damian Frankowski. Translating and the Computer 43, Asling, Nov 2021, Virtual, Londres, Royaume Uni.

«Online Versus Offline NMT Quality: An In-depth Analysis on English-German and German-English» Maha Elbayad, Michael Ustaszewski, Emmanuelle Esperança-Rodier, Francis Brunet Manquat, Jakob Verbeek, Laurent Besacier. COLING 2020, 28th International Conference on Computational Linguistics, Dec 2020, Virtual, Spain. pp.1-12.

CONTACT

Emmanuelle
ESPERANCA-RODIER

Francis
BRUNET-MANQUAT

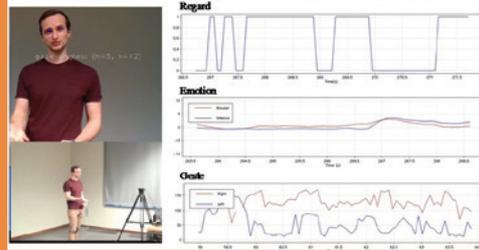


CONTENU SCIENTIFIQUE

L'évaluation d'un objet ou d'un contenu qu'une personne présente à une autre personne dépend en partie de la qualité relationnelle instaurée entre les deux personnes qui sont en interaction.

Cette qualité relationnelle repose sur un ensemble d'indices sociaux non-verbaux qui accompagne les échanges interpersonnels.

L'objectif de **QUIISO** est de proposer un outil intelligent capable de décoder et de quantifier la qualité des interactions sociales à partir d'indices non-verbaux liés au regard, aux expressions faciales et aux gestes communicatifs.



OUTILS/MÉTHODE

Les interactions sociales bénéficient fortement à l'appréciation d'un objet ou d'un contenu présenté par une personne à une autre personne et sont déterminantes dans le comportement des consommateurs. Dans ce contexte, l'application **QUIISO** vise à quantifier la qualité des interactions sociales à partir d'indices visuels non-verbaux lors d'une situation d'échange entre deux agents, en utilisant une webcam, une camera 3D ou un flux vidéo.

Le flux de la caméra est analysé à partir de traitements computationnels (utilisant les outils de l'intelligence artificielle) des signaux enregistrés et permet de reconnaître et de qualifier en temps réel les indices sociaux non-verbaux liés au regard, aux expressions faciales et aux gestes communicatifs.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

QUIISO est une application (protégé, sous licence d'exploitation SATT Nord) qui permet de quantifier les indices sociaux non-verbaux lors d'interactions sociales entre deux individus. **QUIISO** repose sur le couplage de plusieurs modèles computationnels permettant d'identifier le nombre et la durée des contacts visuels, la valence et l'intensité des expressions faciales et la présence d'intention sociale dans les gestes communicatifs. **QUIISO** est un outil performant capable d'évaluer la qualité des interactions sociales non-verbales entre deux personnes, qu'elles soient réelles ou virtuelles. L'application est par ailleurs capable de décoder un flux vidéo contenant des interactions sociales.

EXEMPLES D'APPLICATION

QUIISO peut intéresser différents domaines d'application dans lesquels la qualité des relations interpersonnelle dans les échanges inter-agents est une condition de la réussite de l'interaction.

Ces domaines concernent le commerce (expérience client), la formation (enseignement supervisé), la médecine (annonce de diagnostic), voire l'évaluation des personnes au regard de leur compétences sociales (diagnostic et rééducation en neuropsychologie).

CONTACT

Paul-Audain
DESROSIERS

Yann COELLO

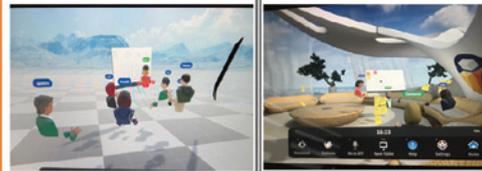


Le coin de l'expérimentateur: Dispositif de suivi et d'observation de l'atelier

Zoom:
Observer et vérifier
que tout se passe
bien;
Communiquer avec
les participants dans
les 5 bases en cas de
problème de
connexion du
casque RV



Vue "live" de
l'atelier RV sur
l'écran d'un
ordinateur (vue
d'une camera
créée sur un
ordinateur -
third
perspective)
Enregistrement
vidéo dans
casque VR de
l'animateur
(toutes les
actions,
mouvements des
participants en
Widget
perspective)



Environnements virtuels



CONTENU SCIENTIFIQUE

Ce projet de recherche a, donc, pour but d'explorer des moyens d'optimiser cognitivement l'imagination créative de participants à des ateliers de prospective animés en environnement virtuel au tour de la thématique de «l'Université en France à l'horizon 2035-40».

Deux questions de recherche seraient examinées dans le contexte de ce projet :

- est ce que la participation à des ateliers de prospective en environnements virtuels pourrait contribuer à l'émergence de nouveaux facteurs clés de rupture, de nouveaux enjeux du système étudié, de nouveaux acteurs et de nouveaux jeux d'acteurs pour l'avenir ?
- comment l'utilisation d'environnements virtuels pourrait être propice à l'ouverture d'un espace potentiel d'inconnus favorable à l'élaboration de scénarios prospectifs créatifs.

OUTILS/MÉTHODE

Notre méthodologie repose sur la mise en œuvre en réalité virtuelle d'ateliers de prospective pour « anticiper les ruptures » dans le paysage universitaire français à l'horizon 2035-40.

L'approche consiste à simuler et animer des ateliers prospectifs en «distanciel » sur une plateforme de type Zoom (condition contrôle-CC) et en environnements virtuels développés (condition expérimentale-CE).

Les données collectées permettent d'évaluer :

- l'apport de la RV dans une démarche de prospective stratégique.
- la performance créative individuelle et collective en termes du nombre et de la qualité d'idées générées lors des ateliers prospectifs,
- l'usabilité du système RV à travers l'évaluation subjective qu'ont les utilisateurs suite de l'atelier prospectif,
- entretiens de debriefing post-atelier prospectif auprès de chaque participant,
- la régulation attentionnelle et émotionnelle grâce à des mesures objectives telles que la méthode de l'eyetracking en combinaison avec des mesures subjective du sentiment de présence, de flow et du vécu émotionnel.

EXEMPLES D'APPLICATION

L'approche proposée consiste à stimuler la créativité des participants à travers une adaptation voire une augmentation de certaines techniques créatives utilisées en prospective (ex. Analogies, Techniques de détour : déformation, rencontres forcées, projectives, oniriques ou graphiques).

Cette adaptation bénéficiera des apports de la réalité virtuelle de manière à offrir aux participants des possibilités d'interactions et d'expériences qui ne sont pas possibles dans le monde réel ou bien sur des plateformes digitales de réunions à distance comme Zoom par exemple.

CONTACT

Jiayin LIU

Samira
BOURGEOIS-BOUGRINE

Maxence MERCIER



CONTENU SCIENTIFIQUE

Ces dernières années, le regain de succès de l'IA, de l'apprentissage automatique, de l'apprentissage profond et de l'informatique cognitive conduit à développer, au-delà des interfaces, des applications d'intelligence artificielle (IA) de plus en plus rapides, robustes et autonomes.

L'enjeu de nos travaux est de déterminer la manière dont un opérateur et une intelligence artificielle collaborent afin d'atteindre un objectif commun.

Cet enjeu scientifique nous conduit à résoudre une problématique technologique concernant l'évaluation, en temps réel, de la performance de la collaboration (PC) tant au point de vue physiologique que comportemental.

Grâce à l'outil développé, notre objectif est d'identifier des variations de niveau de confiance (liée à la PC), au cours des interactions humain-système, et plus largement les adaptations du comportement humain en fonction du comportement de l'IA.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Grâce à cet outil, nous avons mis en place un dispositif de suivi de paramètres de la collaboration homme-IA en temps réel. Nous avons pu caractériser la variabilité des comportements humains selon le type d'IA (IA1 : performante, stratégie, envisage des actions à court terme et à long terme ; IA2 : limitée, fait des erreurs) avec laquelle ils collaborent :

- Patterns visuels de recherche sur l'interface
- Nombre de conflits entre IA et l'humain
- Richesse de la communication

Par exemple, nous constatons que le doute de l'humain semble le pousser à communiquer davantage avec l'IA2. Le sujet tente de comprendre le raisonnement de l'IA2 en lui posant des questions. Il va également avoir tendance à chercher plus d'informations sur l'interface : son pattern visuel change. Et les décisions ne se prennent pas toujours par consensus.

L'outil développé permet de lier de façon significative les variations de comportements à la performance de la collaboration.

OUTILS/MÉTHODE

Afin de simplifier notre approche, nous avons choisi un jeu de société collaboratif (Galerapagos) pour contexte expérimental. Ce type de support facilite l'engagement des sujets et l'apprentissage des règles est simple et rapide.

Dans la situation de jeu, les joueurs sont des naufragés échoués sur une île déserte. Ils doivent quitter cette île avant qu'une tempête ne la ravage.

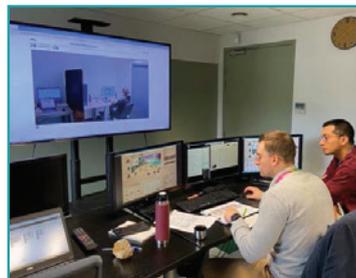
Les joueurs doivent collaborer pour atteindre un double objectif :

- A court terme : récolter assez d'eau et de nourriture pour que chacun puisse boire et manger à chaque fin de chaque tour de jeu ;
- Et à long terme : ramasser du bois pour construire des radeaux pour quitter l'île.

Dans notre cas un des joueurs est un humain, l'autre est une intelligence artificielle. Nous avons développé un outil permettant de suivre les variations de niveau de confiance au cours des différents scripts (évolution de la situation de jeu), et ce au niveau psychophysique et/ou comportemental.

Pour remplir ces objectifs, l'outil intègre 3 types de sources :

- des capteurs (cardiaque et eye-tracker) ;
- des questionnaires (NASA-TLX, questionnaire d'évaluation de la performance de collaboration - EPC) ;
- des échelles visuelles analogiques), interaction avec l'interface.



EXEMPLES D'APPLICATION

Mis au point dans un cadre expérimental non contextualisé, notre outil produit aujourd'hui des résultats probants (publication en cours). Nous reproduisons actuellement ce type de protocole expérimental dans le cadre de tâches métier.

Nos cas d'étude s'orientent autour des activités en aéronautique civile et automobile.

CONTACT

Théodore LETOUZE

Hélène UNREIN



Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

ELAASTIC OU LA MOBILISATION DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE EN LIMITANT L'IMPACT DES BIAIS COGNITIFS

IT, média et télécommunications



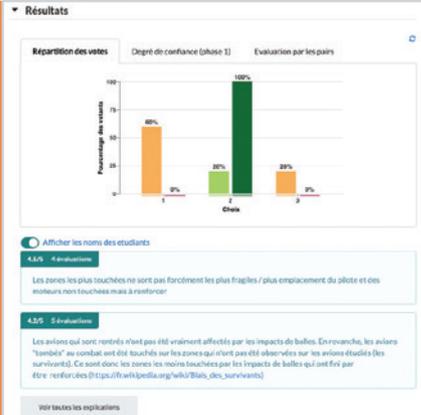
Loisirs & sports, e-commerce, domotique, éducation



CONTENU SCIENTIFIQUE

Comment engager les personnes participant à une conférence ou à un cours dans une réflexion profonde ou dans l'élaboration d'une argumentation sur un sujet en minimisant l'effet des biais cognitifs ?

C'est le défi que l'IRIT relève depuis 2013 en développant la plateforme Open Source Elaastic (<https://www.irit.fr/elaastic/>). Elaastic permet de questionner un public en promouvant l'argumentation écrite et l'évaluation par les pairs. Le processus et les interfaces proposés par Elaastic ont été conçus pour limiter l'impact des biais cognitifs durant les phases de réflexion.



OUTILS/MÉTHODE

Elaastic permet d'orchestrer un processus en 3 phases :

- Durant la première phase, les participants répondent à une question en élaborant une argumentation écrite.
- Durant la deuxième phase, la plateforme organise une confrontation de points de vue afin de faire éventuellement changer d'avis les participants. Ces changements s'appuient alors uniquement sur la base d'arguments présentés de manière à minimiser les effets des biais cognitifs.
- La restitution des résultats et les échanges font l'objet de la dernière phase. L'analyse des traces collectées depuis 2013 nous permettent, dans certaines conditions, de comprendre et prédire les mécanismes conduisant à des changements d'avis positifs ou négatifs.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Les algorithmes mobilisés dans la plateforme, en préservant l'anonymat et en garantissant une variabilité dans les réponses présentées à chaque participant dans la phase de confrontation de points de vue, limitent l'impact des biais d'autorité, des effets de halo, et des biais de représentation.

Les recherches menées à partir des usages sur la plateforme depuis 2013 nous ont permis de formuler des recommandations à destination des personnes orchestrant des séquences avec Elaastic comme aux concepteurs de plateforme promouvant une forme d'instruction par les pairs.

EXEMPLES D'APPLICATION

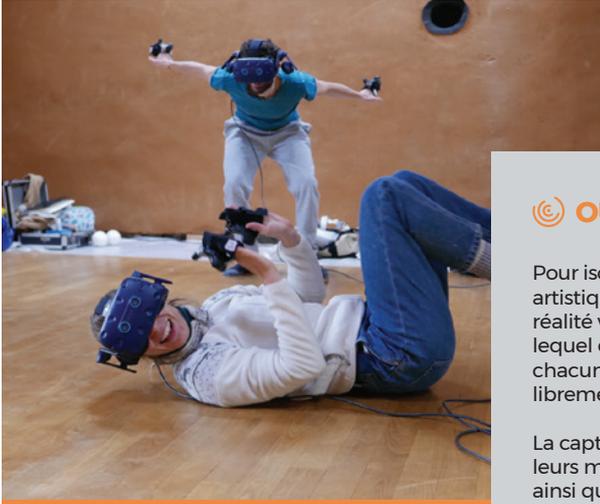
Initialement conçue et déployée dans les établissements scolaires du secondaire et du supérieur pour faciliter la mise en œuvre d'évaluations formatives fréquentes, la plateforme est à présent sollicitée pour animer des séminaires visant à engager fortement les participants sur le plan cognitif.

Elaastic peut ainsi être utilisée dans le cadre de séminaires visant à faire réfléchir un ensemble de personnes sur un sujet ou un problème donné. Les réponses argumentées fournies par les participants peuvent alors faire émerger des solutions construites dans un environnement « débiaisé ».

CONTACT

Franck SYLVESTRE
Rialy ANDRIAMISEZA





CONTENU SCIENTIFIQUE

ArTiculation est un projet interdisciplinaire réunissant concepteurs d'expériences de réalité virtuelle, neuroscientifiques, danseurs, anthropologues et spécialistes du design d'interaction. Ce projet vise à identifier comment un collectif devient créatif à travers ses interactions gestuelles.

Pour isoler, stimuler et analyser le geste, nous utilisons la réalité virtuelle, en concevant des paradigmes expérimentaux pouvant être déployés dans des situations artistiques, scientifiques ou cliniques.

ArTiculation est soutenu par l'École Universitaire de Recherche ArTeC et porté par le laboratoire Structures Formelles du Langage CNRS/Paris 8 et l'EnsadLab de École Nationale Supérieure des Arts Décoratifs, en partenariat avec l'Université de Californie Davis.

OUTILS/MÉTHODE

Pour isoler, stimuler et analyser le geste artistique nous utilisons un dispositif de réalité virtuelle minimaliste (SHIVR) dans lequel deux personnes, représentées chacune par trois sphères, dansent librement ensemble.

La capture et l'analyse en temps réel de leurs mouvements et de leur physiologie, ainsi que la collecte de leurs expériences permettent d'identifier les formes intersubjectives de la dynamique des interactions créatives.

EXEMPLES D'APPLICATION

Explorant l'idée de «danseur médian», un nouveau paradigme interactif est actuellement à l'étude. Celui-ci remplace la représentation des participants par une visualisation du produit de leurs mouvements. Le poids de ce produit peut être manipulé afin de déplacer le contrôle de l'un vers l'autre et altérer la relation intersubjective. Cette recherche pourrait trouver des applications dans les domaines de communication (pilotage d'expériences immersives, gestion des flux) et dans le secteur de la santé (ex : Autisme, TDAH).

POUR PLUS D'INFORMATIONS :

Shared Diminished Reality: A New VR Framework for the Study of Embodied Intersubjectivity. Vuarnesson L, Zamplaras D, Laroche J, Dumit J, Lutes C, Bachrach A and Garnier F (2021). *Front. Virtual Real.* 2:646930. doi:10.3389/frvir.2021.646930 [Re]moving bodies - a Shared Diminished Reality installation for exploring relational movement. Laroche J, Vuarnesson L, Endaltseva A, Dumit J and Bachrach A (2021). *Front. Psychol.* doi: 10.3389/fpsyg.2021.539596

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Cette recherche a théorisé et testé plusieurs concepts tels que la Réalité Diminuée Partagée (RDP), inspirée par des approches minimalistes dans l'art (danse, théâtre, animation, arts plastiques), et a été présentée dans plusieurs lieux. Les résultats suggèrent que la minimisation de la représentation de soi, associée à des scénarios d'exploration ouverts, a un impact positif sur la dynamique relationnelle, et stimule la créativité et l'improvisation.

CONTACT

François GARNIER

Loup VUARNESSON



CONTENU SCIENTIFIQUE

Dans le projet actuel, nous développons un système d'évaluation standardisée et vérifiée empiriquement de la « conscience situationnelle » dans le football chez les jeunes.

OUTILS/MÉTHODE

Nous utilisons des mesures bien connues des capacités perceptives et attentionnelles issues des neurosciences cognitives, ainsi que des mesures spécifiques au football de «scanning» et de prise d'information dans des tâches sur le terrain avec des objets connectés et la réalité virtuelle.

EXEMPLES D'APPLICATION

Identification des talents et développement des joueurs dans les sports collectifs.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Nous nous demandons si nos mesures de conscience situationnelle peuvent prédire les résultats de performance et les trajectoires de développement des jeunes joueurs de football aussi bien ou mieux que les mesures des capacités physiques et techniques.

CONTACT

Brent STRICKLAND



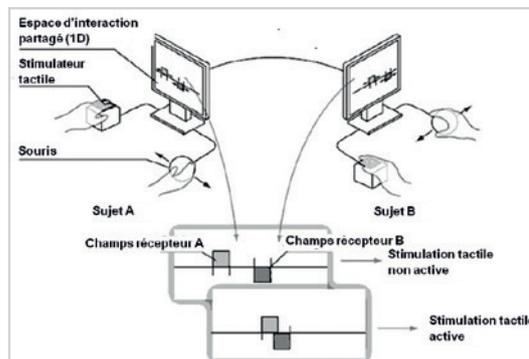
CONTENU SCIENTIFIQUE

Que se passe-t-il quand deux activités perceptives de même genre se rencontrent, comme dans un croisement de regard ou une poignée de main ?

N'est-ce pas là la meilleure situation pour reconnaître la présence d'autrui ?

Au moment où je le perçois, il me perçoit.

Au sein de l'équipe CRED du laboratoire Costech, nous étudions les fondements des dynamiques sociales à l'oeuvre dans la reconnaissance mutuelle et la capacité à créer des relations d'intersubjectivité.



OUTILS/MÉTHODE

Pour étudier ce type d'interaction nous avons développé le système **Tactos**.

Ce système permet une forme de toucher des objets numériques sur les écrans : quand le curseur rencontre un pixel, un stimulus tactile est distribué sur un doigt de la main libre.

Par l'exploration active des formes, les participants se révèlent capables de les reconnaître et les localiser dans l'espace de l'écran. Mais dès lors que l'on peut toucher des objets dans un espace numérique, celui-ci peut être partagé avec d'autres participants. Le curseur de chacun est alors associé à un corps-objet que peut toucher le partenaire. Plutôt que de toucher une simple forme, on peut donc toucher le corps-objet d'un autre participant, qui réciproquement pourra toucher le nôtre.

Ce toucher à distance via les réseaux permet de construire un paradigme expérimental minimaliste.

EXEMPLES D'APPLICATION

Le principe d'une interaction médiée par le toucher laisse envisager de nouvelles formes de communication à distance.

Elle permet aussi de penser des dispositifs pour renforcer la présence sociale, par exemple dans le cadre de la visioconférence.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Cette situation d'interaction minimaliste est propice à l'étude des dynamiques fondamentales qui sont propres au croisement perceptif.

Bien que les participants à ce genre d'expérience ne soient pas capables de distinguer le « corps » du partenaire d'un leurre qui reproduit exactement les mouvements de ce dernier, les deux ensemble parviennent à réaliser la tâche qui consiste à se suivre dans cet environnement simplifié. Le succès à la tâche est donc collectif avant d'être individuel, et dépend de la possibilité de former des stratégies d'accroche perceptives qui engagent une co-dépendance des partenaires.

CONTACT

Florent LEVILLAIN
 Vincenzo RAIMONDI
 Amandine LEGRY
 Dominique AUBERT



LES RÉSEAUX NEURONAUX APPRENNENT-ILS LE LANGAGE COMME LES HUMAINS ?



CONTENU SCIENTIFIQUE

Ce projet est interdisciplinaire et combine les avancées récentes en neurosciences et en intelligence artificielle pour essayer de comprendre comment le langage est appris dans le cerveau humain et dans des algorithmes tels que les réseaux de neurones artificiels.

Grâce aux progrès rapides de l'apprentissage profond et du traitement du langage naturel (NLP), nous disposons désormais de modèles concrets et testables du traitement et de l'acquisition du langage. D'autre part, les progrès des dispositifs d'enregistrement intracrânien et des analyses au cours de la dernière décennie signifient qu'il est désormais possible de suivre et de décoder le traitement du langage avec une précision remarquable. Dans le cadre de ce projet, je conserve actuellement le premier ensemble de données d'enregistrements intracrâniens d'enfants écoutant des stimuli de parole naturelle à l'Hôpital Fondation Adolphe de Rothschild, qui offre l'opportunité unique de suivre le traitement du langage tout au long du développement du cerveau, avec une résolution spatio-temporelle qui dépasse largement les recherches précédentes. En réunissant ces deux domaines de recherche, j'utilise des algorithmes d'apprentissage profond pour modéliser les représentations du langage dans le cerveau, en m'appuyant sur le fait établi que les représentations du langage dans le cerveau humain adulte peuvent être linéairement mises en correspondance avec l'activité cérébrale (Caucheteux et King, 2020). Jusqu'à présent, il n'existe aucune recherche de ce type sur les enfants, ce qui représente une énorme opportunité de comprendre comment les représentations du langage changent au cours du développement, ce que ce projet vise à faire.

OUTILS/MÉTHODE

En entraînant des réseaux NLP, tels que GPT-2 et Wav2Vec2.0, nous disposons de modèles testables d'apprentissage du langage. GPT-2 est entraîné sur des corpus de textes et est causal, ce qui signifie qu'il prédit le mot suivant dans une séquence en utilisant uniquement les mots précédents, ce que font les humains. D'autre part, Wav2Vec2.0 est entraîné sur des données audio, ce qui est plus proche de la façon dont les enfants apprennent le langage. Cependant, il utilise les mots avant et après un mot donné pour faire des prédictions, ce qui est différent des humains. Ces deux réseaux offrent des modèles intéressants du traitement du langage dans le cerveau.

Le signal cérébral que nous voulons modéliser est enregistré à l'aide d'électrodes intracrâniennes chez des enfants épileptiques qui ont besoin de ces enregistrements à des fins cliniques. Chaque participant possède entre 100 et 250 électrodes, ce qui nous permet de comparer l'activation de différentes zones du cerveau. Pour modéliser le signal cérébral et étudier comment il évolue avec le développement, j'entraîne un algorithme de régression linéaire pour faire correspondre les activations de ces modèles d'apprentissage profond ou des caractéristiques linguistiques classiques, au signal cérébral.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Ce projet démontre que les représentations linguistiques dans les algorithmes d'apprentissage profond peuvent être linéairement mises en correspondance avec l'activité cérébrale. Il s'agit d'une découverte inédite chez les enfants. Le projet montre également que les étapes de l'acquisition du langage chez les enfants semblent être similaires à celles apprises par les algorithmes d'apprentissage profond, sur la base de données comportementales chez les enfants.

EXEMPLES D'APPLICATION

Cette recherche est importante car elle permet de mieux comprendre l'organisation du cerveau et les représentations du langage chez l'homme, ainsi que les changements qui se produisent dans ces deux domaines au cours du développement. Les applications futures pourraient être de comprendre les représentations alternatives qui se développent chez les personnes souffrant de troubles du traitement du langage comme la dyslexie. En outre, la compréhension des algorithmes d'apprentissage profond qui modélisent le mieux le signal du cerveau humain, et à quels stades de développement, pourrait être utilisée pour concevoir de meilleurs modèles d'apprentissage profond, capables d'apprendre avec moins de données et moins de contraintes énergétiques, comme le font les humains.

CONTACT

Linnea EVANSON

INTACT: DÉTECTION DE L'INTENTION, PRÉDICTION DE L'ACTION



IA, Langage et Cognition

CONTENU SCIENTIFIQUE

INTACT a pour objectif d'analyser et d'extraire les **engagements** des utilisateurs - c'est-à-dire leurs intentions, **désirs, craintes, ...** - dans les messages textuels postés sur les réseaux sociaux, afin de prédire les actions à entreprendre en distinguant celles urgentes des non-urgentes. Il repose sur une analyse linguistique fine des intentions à l'interface entre syntaxe et sémantique et des techniques de IA hybride.

OUTILS/MÉTHODE

Le projet **INTACT** vise la gestion de crises et son objectif est de déployer des techniques de **TAL** (Traitement Automatique du langage) pour extraire automatiquement les informations pertinentes pour faciliter une **prise de décision rapide** dans les **situations d'urgence**. **INTACT** repose sur la synergie de compétences en **LINGUISTIQUE et linguistique computationnelle** et ambitionne la création d'un logiciel permettant la prédiction automatique de niveaux d'urgence dans divers types de crises. Il exploite des techniques avancées en linguistique à l'interface entre la

sémantique et la pragmatique et l'IA hybride.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Bien que les tweets offrent un formidable moyen d'identifier des informations pertinentes sur une crise (mises en garde, conseils, blessés et morts, portés disparus, dégâts aux infrastructures, offres et demande de dons, etc.), leur traitement automatique pose de nombreuses difficultés en raison des spécificités de ces messages, au niveau du fond comme de la forme.

Le projet **INTACT** vise une compréhension profonde des textes. Il s'agit de détecter les intentions, au sens large, comprises à la fois comme intention d'agir et comme commentaire ou ressenti à propos d'un fait ou d'un événement. Plus techniquement, le projet **INTACT** vise à gérer les expressions de (non)factualité dans la langue, qui sont riches en information sur l'état mental et les intentions d'agir des locuteurs.

EXEMPLES D'APPLICATION

La **détection automatique de ces intentions** présente un potentiel applicatif certain pour divers domaines comme le marketing (intentions de consommation : d'achat, de vente), la sécurité et la défense (intention de commettre une attaque, de rejoindre une organisation terroriste), la santé (intention de faire une tentative de suicide), la gestion de crises (catastrophes naturelles, ordre public) et la détection des situations d'urgence (intention d'évacuer, d'aider, etc.).

La mise à disposition d'outils automatiques pour détecter les intentions à partir de textes est donc cruciale pour aider les décideurs de domaines variés à mieux prédire les actions futures des utilisateurs. Le prototype de **INTACT** vise la gestion de crises écologiques, et son développement est susceptible d'intéresser n'importe quel acteur public ou privé.

CONTACT

Alda MARI (IJN)

Farah BENAMARAH (IRIT)



Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse

ANALYSE AUTOMATIQUE D'OPINIONS POUR LA CLASSIFICATION DE MESSAGES POSTÉS SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX

IT, média et
télécommunications



CONTENU SCIENTIFIQUE

Aujourd'hui, le web est devenu un espace où de plus en plus d'internautes expriment leurs opinions sur n'importe quel sujet ou objet par l'intermédiaire des blogs, commentaires, forums, réseaux sociaux, sites d'avis, etc.

Sur les réseaux sociaux et sur Twitter en particulier, la tâche d'analyse automatique d'opinions est rendue plus difficile par le fait que les textes sont courts et manquent souvent de contexte. Il convient alors de développer des approches capables de comprendre l'implicite.

OUTILS/MÉTHODE

En suivant des guides d'annotation que nous définissons en fonction de la tâche de classification désirée, des annotateurs humains annotent manuellement des milliers de tweets.

Des modèles d'apprentissage automatique supervisé (réseaux de neurones) sont entraînés sur ces données annotées.

Face à de nouveaux messages, ils peuvent ensuite les classer automatiquement en fonction de la tâche choisie.

EXEMPLES D'APPLICATION

Nous avons entraîné des modèles pour plusieurs tâches de classification automatique de tweets :

- la détection de l'urgence pour la gestion de crises,
- la détection de messages à contenu sexiste,
- la détection de la stigmatisation des maladies psychiatriques.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

L'analyse des messages postés sur les réseaux sociaux et leur classification automatique est possible : elle peut être utilisée notamment pour détecter des messages de haine (insulte, harcèlement, etc.), des intentions (passage à l'acte, critiques, etc.).

À l'heure où l'Europe impose une régulation aux réseaux sociaux par le Digital Services Act, ces approches pourraient être utilisées dans le cadre de la modération (semi-) automatique par exemple, afin d'éviter la propagation de messages haineux ou stigmatisants auprès des jeunes publics notamment.

CONTACT

Véronique MORICEAU

Farah BENAMARA





CONTENU SCIENTIFIQUE

Lors d'une consultation, un médecin peut s'il est nécessaire proposer à son patient une prescription médicale. Celle-ci contient le traitement médicamenteux à prendre : nom des médicaments, dosage des médicaments ainsi que la durée du traitement. Cette prescription médicale est saisie manuellement ce qui réduit le temps consacré aux soins.

Pour gagner du temps, nous proposons que cette saisie se fasse oralement. Un système de reconnaissance automatique de la parole couplé à un système de détection d'entité nommée sera utilisé pour gagner du temps, en simplifiant l'exercice de nombreux médecins et notamment en permettant une saisie beaucoup plus rapide de la prescription. La prescription sera saisie sans délai, en temps réel et à la voix.

OUTILS/MÉTHODE

L'outil de dictée de prescriptions médicales est basé sur un système de reconnaissance automatique de la parole (RAP) couplé à un système de détection d'entité nommée. La RAP permet de transcrire, sous forme de texte, une séquence de mots prononcés.

Ainsi la prescription médicale ne sera plus saisie au clavier par le médecin, mais dictée oralement. Le système de RAP va alors transcrire en texte la prescription dictée par le médecin, puis celui-ci est envoyé à un système de détection d'entité nommée qui va détecter les différents termes liés aux traitements médicamenteux : nom des médicaments, dosage des médicaments...

EXEMPLES D'APPLICATION

L'outil de dictée de prescription médicales permet d'obtenir une prescription donnée oralement par le médecin. Cet outil vise à simplifier l'exercice de nombreux médecins en permettant une saisie beaucoup plus rapide.

Cependant, ce n'est pas le seul domaine d'application possible. En effet, les systèmes de reconnaissance automatique de la parole couplés à des systèmes de détection d'entité nommée peuvent également être utilisés dans d'autres domaines tels que : assistant personnel intelligent, transcription de conférences et de réunions, etc.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

L'outil de dictée de prescription médicale est une application qui permet aux médecins de créer des prescriptions beaucoup plus rapidement qu'en utilisant des méthodes traditionnelles telles que la rédaction manuscrite ou la saisie informatique.

Cet outil peut être particulièrement utile dans les situations où le temps est un facteur critique, comme lors de consultations en urgence, ou lorsque le médecin doit traiter un grand nombre de patients en peu de temps. Il permet de réduire la charge de travail importante des médecins en l'allégeant grâce à l'automatisation de certaines tâches répétitives.

CONTACT

Mickaël ROUVIER



Workflow

Why?
Worldwide, there is an exponential growth of online news information in many languages. Media organisations and people need AI-powered tools to track, analyse and enrich content.

For whom?
It will help media monitors and journalists make sense of huge content streams (big data analysis) - and also enable them to enrich audiovisual (AV) output.

The challenge
Collecting, processing and visualising a huge amount of multilingual information ("up to ten million news items a day") is a big (data) task.

How?
SELMA aims to build a continuous deep-learning multilingual media platform using extreme analytics. The platform will be open source.

Visit us www.selma-project.eu @SELMA_project company/selma-project-eu/

Logos for partners: priberam, Fraunhofer, and others.

CONTENU SCIENTIFIQUE

À travers le LIA (Laboratoire Informatique d'Avignon), l'institut Carnot Cognition est impliqué dans le projet européen SELMA <https://selma-project.eu/> qui propose de nouvelles solutions pour la veille journalistique, l'extraction d'informations issues de documents audio-visuels hétérogènes et multilingues, ainsi que dans la génération automatique et semi-automatiques de nouveaux documents de cet ordre.

Le démonstrateur présente la plateforme Plain X, une plateforme qui offre une vitrine technologique des technologies développées dans le projet SELMA et qui permet de réaliser différentes tâches comme la transcription automatique, la reconnaissance d'entité nommée, l'hyper-linking, la traduction automatique ou la synthèse de la parole pour différentes langues. Le démonstrateur présentera aussi un nouvel outil qui s'appuie sur les technologies de cette plateforme : il s'agit d'un générateur de automatique podcast d'actualités.

CONTACT

Yannick ESTÈVE



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le sourire est l'une des expressions faciales les plus utilisées dans nos interactions quotidiennes. Au-delà de l'aspect émotionnel qu'il véhicule, le sourire joue un rôle fondamental dans la communication entre êtres humains. Afin d'étudier l'impact du sourire dans les interactions humaines, nous avons besoin de mesurer finement les différents types de sourires produits par chacun.

Pour cela, nous avons conçu et développé le logiciel SMAD permettant d'annoter l'intensité des sourires d'un enregistrement vidéo.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

La performance de SMAD a été mesurée selon deux indicateurs. Une première évaluation consiste à comparer l'adéquation entre les sorties automatiques et les annotations manuelles de référence. De cette évaluation nous obtenons un score de précision de 68%. Au-delà de cette performance, SMAD permet un gain de temps d'un facteur 10 par rapport à une annotation purement manuelle.

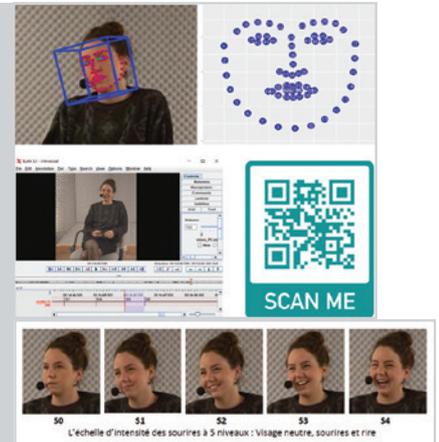
Le logiciel SMAD est une solution open source : <https://github.com/srauzy/HMAD>

OUTILS/MÉTHODE

Notre approche se développe en deux temps. Lors d'une première étape, le logiciel de vision assistée par ordinateur OpenFace repère et suit le mouvement de la tête dans la vidéo (voir illustration).

OpenFace calcule également les coordonnées des repères faciaux du visage. Dans un second temps et à partir de ces coordonnées, notre logiciel SMAD fournit une annotation automatique des sourires produits par les interlocuteurs au cours d'une conversation. Ces sourires sont annotés sur une échelle à cinq niveaux d'intensité (voir illustration).

SMAD repose sur un modèle probabiliste du type HMM dont l'apprentissage a été réalisé sur une heure de vidéo.



EXEMPLES D'APPLICATION

Grâce aux performances de SMAD, l'annotation des sourires de jeux de données de grande taille est désormais possible. Ainsi notre logiciel a été utilisé dans le milieu académique pour l'annotation des sourires de 4 corpus (Cheese, Paco, Trueness et Smyle) destinés à l'étude de phénomènes linguistiques propres à l'interaction.

CONTACT

Stéphane RAUZY

Mary AMOYAL

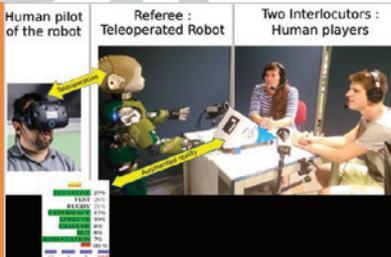


CONTENU SCIENTIFIQUE

Le regard est un vecteur d'émotions, mais aussi un régulateur des conversations humaines, notamment des tours de parole.

La gestion du regard d'un robot est un élément essentiel pour que l'interaction avec des humains soit fluide et naturelle. **Pour contrôler le regard du robot, il faut à la fois décider vers où pointer les yeux du robot, et choisir comment orienter sa tête.**

Mais alors quelle est la coordination entre ces deux vecteurs de l'attention ? Et surtout, cette coordination est-elle impactée par le contexte social ?

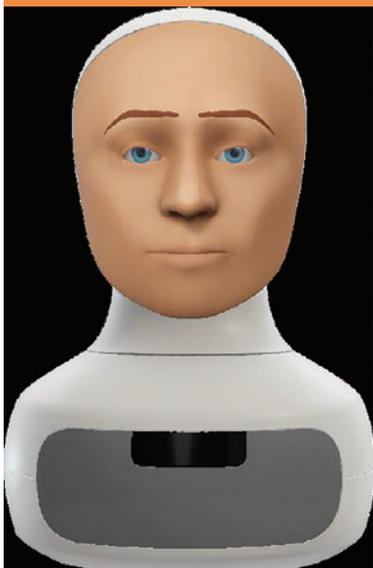


OUTILS/MÉTHODE

Pour contrôler naturellement le regard du robot, il faut s'appuyer sur ce qui est fait par l'humain.

Pour cela, **nous avons collecté les données de 23 conversations où deux personnes jouent à un jeu collaboratif animé par un robot.**

Ici, le robot est téléopéré par un humain, et reproduit tous ses mouvements. C'est donc à travers le corps du robot que le pilote interagit avec les deux joueurs (qu'il voit dans un casque de réalité virtuelle équipé de deux oculomètres). Ces données nous renseignent à chaque instant sur le point regardé par le pilote humain et sur l'orientation de sa tête, avec le contexte verbal. En transférant ces informations à notre robot Furhat, nous sommes capables de lui faire rejouer le comportement enregistré sur l'humain.



PRINCIPE DÉMONTRÉ

Rejouer le comportement humain via le robot Furhat peut être réalisé avec différentes coordinations de la tête et des yeux.

Que l'on décide d'utiliser la tête uniquement, ou les yeux seulement, ou encore une combinaison de ces deux vecteurs, le robot portera son regard sur la cible d'origine.

En comparant ces différents contrôles pour un même extrait d'interaction, on peut s'apercevoir que la bonne coordination est primordiale. Cependant, l'utilisation de ces deux vecteurs est nécessaire mais pas suffisante si la coordination n'est pas adaptée.

EXEMPLES D'APPLICATION

Les robots sociaux peuvent offrir de nombreux services : care, enseignement, assistant... Pour ces fonctions, les robots doivent être perçus comme dignes de confiance, et leurs intentions doivent pouvoir être décodées par leurs interlocuteurs. Cela est d'autant plus important lorsque le robot se trouve face à plusieurs personnes à la fois.

La gestion des indices non-verbaux, dont le regard que nous souhaitons synthétiser, sont des éléments clés pour que la communication soit la plus naturelle possible et perçue comme digne de confiance.

CONTACT

Frédéric ELISEI

Léa HAEFFLINGER



CONTENU SCIENTIFIQUE

L'Apprentissage Machine (*Machine Learning en anglais*) et l'Intelligence Artificielle (IA) font des progrès à un rythme exponentiel, et sont désormais intégrés dans de nombreux outils et applications faisant face à un large panel d'utilisateurs. Ces outils ont des expertises variées.

De récentes recherches et innovations commerciales ont montré les limites de cette approche dite "boîte-noire" qui est prompt aux biais de conception, ou limite la robustesse du modèle dans des systèmes experts.

OUTILS/MÉTHODE

Nous adoptons un paradigme d'interaction permettant aux utilisateurs d'agir sur les différents éléments de la chaîne de traitement d'apprentissage automatique : annotation interactive de données, entraînement de modèle à la volée, exploration de cas limites, personnalisation de tests, et déploiement de modèles.

Ce paradigme a, néanmoins, peu d'outils adaptés pour sa mise en pratique. Notre approche est de proposer un modèle d'architecture logicielle et une implémentation d'un outil dédié à la conception de ce type d'applications, et permettant des interactions collaboratives avec un large éventail d'utilisateurs.

EXEMPLES D'APPLICATION

Marcelle a été utilisé pour le développement de prototypes de recherches fondamentales en interaction humain-IA, ainsi que pour des actions pédagogiques et de médiation auprès du grand public. Des exemples d'applications incluent le domaine médical. Dans ce contexte, les experts en IA travaillant sur des modèles de classification ou de recommandation ont besoin de communiquer les résultats aux cliniciens, futurs utilisateurs du système.

Marcelle permet de créer des interfaces adaptées à la chaîne de traitement IA, et spécifiques aux praticiens. De manière réciproque, Marcelle donne une interface aux praticiens pour qu'ils puissent explorer des cas limites, corriger les erreurs du modèle et ainsi le rendre plus robuste.

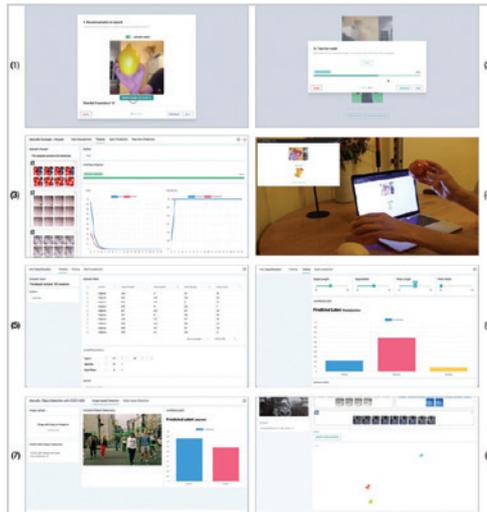
Lien : <https://marcelle.dev/>

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Marcelle est une boîte à outils open-source pour la conception d'applications impliquant des interactions humain-IA, et potentiellement dédiées à un large spectre d'utilisateurs.

L'architecture de Marcelle est modulaire, ce qui permet de faciliter l'extension ou la réutilisation de fonctionnalités entre projets.

Marcelle inclut notamment des fonctionnalités facilitant la collaboration entre utilisateurs ayant des rôles et des compétences différents. Ces caractéristiques constituent une base solide pour la conception d'applications qui mettent l'accent sur les interactions collaboratives entre plusieurs parties prenantes (ingénieurs en apprentissage, utilisateurs, experts métier, etc.).



CONTACT

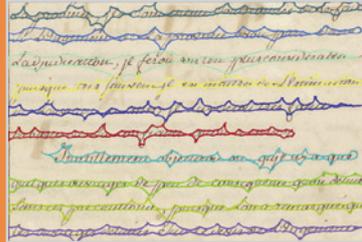
Jules FRANCOISE
Baptiste CARAMIAUX



CONTENU SCIENTIFIQUE

Le rôle des services d'archives est de conserver de grandes quantités de documents historiques. Ces documents sont une source importante d'informations pour les historiens, les généalogistes et les personnes curieuses souhaitant en savoir plus sur l'histoire de leur famille, de leur maison ou de leur ville. Ces archives sont numérisées depuis plusieurs années pour préserver les documents originaux même en cas de dégradation et pour rendre les documents plus accessibles. Bien qu'ils soient accessibles en ligne, la graphie ayant évolué, ces documents peuvent être difficiles à lire. De plus, trouver des informations dans ce type de texte peut être long.

C'est pourquoi le projet «lettres en lumières» vise à transcrire ces documents afin de les rendre plus lisibles et pour permettre des recherches dans le texte.



OUTILS/MÉTHODE

L'approche la plus courante pour transcrire des textes, qu'ils soient contemporains ou historiques, consiste à segmenter les lignes afin de les traiter individuellement, puis à transcrire chacune de ces lignes.

Pour la segmentation, nous utilisons Mask RCNN, un réseau de neurones couramment utilisé dans le domaine médical. Toutes les lignes d'une même page sont ensuite transcrites simultanément grâce à un réseau transformer, un type de réseau utilisé pour les modèles de langage.

Les données nécessaires à l'entraînement de ces réseaux sont obtenues grâce à des paléographes bénévoles.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Au cours de nos expériences, nous avons démontré que Mask RCNN, un réseau de segmentation d'instances, c'est-à-dire capable de séparer plusieurs objets d'une même classe (par exemple plusieurs lignes), est plus performant que des réseaux spécialisés dans la segmentation de ligne basés sur U-Net, un réseau de segmentation sémantique (capable de séparer un humain d'un chien mais pas plusieurs humains collés) même avec les post-traitements permettant de séparer les lignes les unes des autres.

EXEMPLES D'APPLICATION

Enfin, ces résultats s'inscrivent dans une dynamique de changement paradigmatique lié aux outils et méthodes de la recherche à l'image du projet Wildtimes (ANR-18-CE22-0016), visant à mettre les résultats scientifiques à l'épreuve de contextes réels ou réalistes afin d'en améliorer l'applicabilité et la validité écologique.

CONTACT

Florian FIZAINÉ
Michel PAINDAVOINE
Annie VINTER
Patrick BARD

MESURER LA PRIVATION DE SOMMEIL PAR L'ANALYSE DE LA VOIX



EXEMPLES D'APPLICATION

Cette étude possède un certains nombre d'application directe dans le domaine des technologies pour la santé avec des retombées sociétales et technologiques immédiates :

- **Sécurité routière** : Les systèmes de détection de la somnolence dans la voix peuvent être utilisés pour prévenir les accidents de la route causés par la somnolence. Les conducteurs pourraient utiliser ces systèmes pour être alertés lorsqu'ils commencent à montrer des signes de fatigue.
- **Médecine** : Les professionnels de la santé pourraient utiliser des systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller les patients qui ont des troubles du sommeil ou des troubles liés à la somnolence diurne excessive.
- **Santé & Sécurité au Travail** : Les employeurs pourraient utiliser des systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller la fatigue de leurs employés dans des professions où la somnolence peut poser des risques, comme les travailleurs de nuit ou les conducteurs de camions.
- **Éducation** : Les enseignants pourraient utiliser des systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller l'attention de leurs élèves et détecter les signes de fatigue qui pourraient affecter leur performance académique.
- **Aviation** : Les pilotes pourraient utiliser des systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller leur propre fatigue et détecter les signes de somnolence chez leurs coéquipiers.
- **Militaire** : Les systèmes de détection de la somnolence dans la voix pourraient être utilisés dans les opérations militaires pour surveiller la fatigue des soldats et éviter les erreurs liées à la somnolence.
- **Sport** : Les entraîneurs pourraient utiliser des systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller la fatigue de leurs athlètes et éviter les blessures liées à la fatigue.
- **Technologie portable** : Les dispositifs de surveillance portable pourraient être équipés de systèmes de détection de la somnolence dans la voix pour surveiller en temps réel l'état de fatigue de l'utilisateur.

CONTENU SCIENTIFIQUE

Le sommeil est essentiel pour la santé et le bien-être, car il permet au corps et à l'esprit de récupérer et de se régénérer. Cependant, le manque de sommeil peut avoir de nombreux effets négatifs sur le comportement humain. En particulier, la somnolence peut affecter la capacité d'une personne à rester attentive, à prendre des décisions rationnelles et à réagir rapidement en cas d'urgence.

C'est pourquoi la détection précoce de la somnolence est importante pour la santé et la sécurité. En effet, des études ont montré que la somnolence peut être responsable d'accidents de la route, d'erreurs médicales, d'erreurs de jugement et de nombreux autres problèmes.

Dans ce contexte, nous avons examiné l'effet de la privation de sommeil sur les propriétés acoustiques de la voix humaine. Les résultats ont montré que le manque de sommeil peut affecter la qualité de la voix, notamment en modifiant les paramètres acoustiques. Ces changements acoustiques peuvent être détectés par des algorithmes issue de l'intelligence artificielle.

OUTILS/MÉTHODE

Dans cette étude, vingt-quatre participants ont été privés de sommeil pendant deux jours, avec seulement 3 heures de sommeil chaque nuit. Avant et après la privation de sommeil, les participants ont été enregistrés en train de lire un court texte à haute voix. Les enregistrements ont ensuite été analysés à l'aide d'un modèle auditif basé sur des modulations spectro-temporelles, qui a permis d'extraire des informations sur les propriétés acoustiques de la parole. Le modèle auditif utilisé dans cette étude était basé sur les caractéristiques des modulations spectro-temporelles de la parole. Ces caractéristiques sont importantes pour la compréhension de la parole et sont également sensibles aux changements qui peuvent survenir en raison de la privation de sommeil.

Les informations acoustiques extraites à partir des enregistrements vocaux ont ensuite été utilisées pour entraîner des classifieurs d'apprentissage automatique. Ces classifieurs ont été utilisés pour détecter la somnolence chez les participants avant et après la privation de sommeil. Les résultats ont montré que les classifieurs étaient capables de détecter la somnolence avec une précision de 92 % après la privation de sommeil. En plus de détecter la fatigue, nous nous sommes intéressés à l'interprétabilité de ces classifieurs via une méthode que nous avons développée. Cela nous a permis de déterminer les informations acoustiques utilisés par les classifieurs pour détecter la fatigue dans la voix.

En somme, cette étude montre que l'analyse des propriétés acoustiques de la parole peut fournir des informations utiles pour la détection de la somnolence chez les personnes privées de sommeil. Les résultats suggèrent que les modèles auditifs basés sur des modulations spectro-temporelles peuvent être utilisés pour extraire des informations acoustiques pertinentes de la parole, qui peuvent ensuite être utilisées pour développer des outils de détection de la somnolence basés sur la voix.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

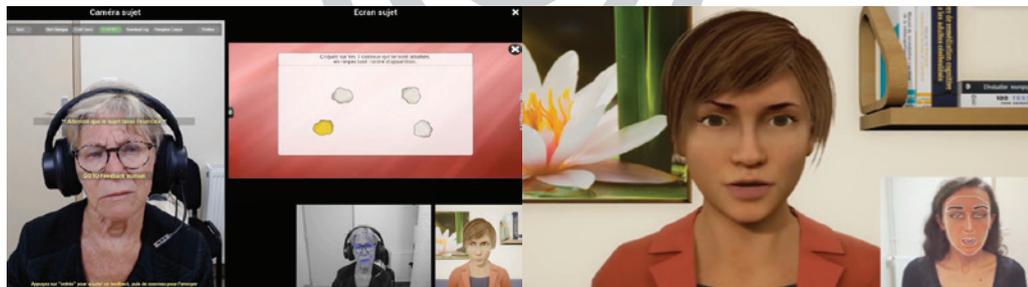
Les résultats ont montré que la somnolence pouvait être détectée avec précision avec des classifieurs entraînés individuellement. Cependant, nous n'avons pas été en mesure d'entraîner un classifieur générique pour tous les participants. Comme nous nous sommes appuyés sur un modèle auditif, nous avons pu identifier et interpréter les caractéristiques acoustiques impactées par la privation de sommeil.

Encore une fois, aucune caractéristique de diagnostic simple n'a pu être facilement identifiée dans les analyses au niveau du groupe des signaux vocaux. Nous avons donc développé une nouvelle méthode d'interprétabilité, combinant la théorie de la détection du signal et des méthodes de corrélation inverse en perturbant l'entrée du classifieurs, cela afin de comprendre ce qui a permis au classifieur de détecter la somnolence pour chaque participant. Cela a conduit à une carte de diagnostic pour chaque participant, spécifiant quelle région de fréquence et les taux de modulation ont été impactés par la privation de sommeil pour cet individu particulier.

En plus de suggérer un algorithme pratique d'apprentissage automatique pour détecter la privation de sommeil, la combinaison de notre méthode de sondage avec des considérations sur la production vocale pourrait aider à découvrir l'impact physiologique de la privation de sommeil au niveau de chaque individu.

CONTACT

Etienne THORET
Daniel PRESSNITZER



CONTENU SCIENTIFIQUE

La remédiation cognitive est une **thérapie digitale** basée sur des exercices de stimulation interactifs proposés aux personnes souffrant de troubles cognitifs.

L'efficacité de ces traitements peut être améliorée si les patients peuvent les poursuivre à domicile. Cependant, la réalisation de séances en autonomie, où les patients sont laissés à eux-mêmes rend l'adhésion au traitement difficile, ce qui est un enjeu majeur pour la réussite de la thérapie. Une possibilité d'augmenter l'adhésion au traitement est d'**accompagner les patients** tout au long de la thérapie.

C'est l'objet d'étude du projet THERADIA, financé par la Banque Public d'Investissement sur la période 2020-2025.

PRINCIPE DÉMONTRÉ

Nous montrons ici deux éléments du projet : le système de **reconnaissance d'émotion** en lui-même, ainsi qu'un système d'**interaction avec l'assistant virtuel**.

OUTILS/MÉTHODE

Le projet THERADIA est structuré en trois phases :

- 1. initialisation,
- 2. collecte et modélisation de données
- 3. étude clinique.

Après trois ans de travail, nous avons créé un **corpus d'interactions entre un assistant virtuel**, piloté par un humain via un système de re-synthèse (cf. Fig.1) et différents groupes de sujets (cf. Fig. 2) :

- jeunes : 52 sujets,
- âgés : 52 sujets,
- Alzheimer (MCI) : 9 sujets.

La collecte de données a été approuvée par le Comité Éthique pour la Recherche en Grenoble-Alpes ; CERGA Avis- 2021-1.

Les expressions produites ont été segmentées en **propositions verbales/non-verbales**, puis annotées selon différents schémas de l'émotion, ainsi qu'en scénarios d'interaction. Un **modèle neuronal** a été entraîné à prédire les **descripteurs émotionnels** à partir des données d'interaction (BERT, W2V2).

EXEMPLES D'APPLICATION

Ce projet de recherche concerne toute personne souffrant de troubles cognitifs dont le suivi est réalisé sous forme de thérapie digitale.

L'**essai clinique** prévu fin 2023 a pour objectif de valider la pertinence de notre assistant virtuel pour l'accompagnement de personnes souffrant de troubles cognitifs, et de fournir ainsi un **dispositif médical** permettant la prise en charge des sessions de remédiation par l'assurance maladie.

CONTACT

Sina ALISAMIR
François PORTET
Fabien RINGEVAL



Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse

CLASSIFICATION INTERACTIVE DE MILLIONS DE POINTS : DeepEdge

IT, média et
télécommunications



CONTENU SCIENTIFIQUE

Aujourd'hui, les nuages de points 3D sont acquis massivement pour un spectre d'applications très large. Cependant, la reconstruction de la géométrie acquise reste une tâche très difficile, longue et fastidieuse.

Pour la plupart des reconstructions géométriques, la première étape est la détection d'arêtes. Les méthodes algorithmiques actuelles s'attaquant à cette détection d'arêtes sont soit imprécises, soit trop coûteuses en calcul et mémoire.



OUTILS/MÉTHODE

DeepEdge utilise une méthode d'apprentissage profond pour détecter des arêtes dans des nuages de points 3D. A partir de données acquises par photogrammétrie, LIDAR ou caméra de profondeur, DeepEdge identifie les points appartenant ou étant à proximité d'une arête. Notre outil propose une interface d'apprentissage interactif qui permet de re-définir et d'adapter la notion d'arête en fonction du contexte applicatif et des besoins de l'utilisateur.

Lors de la phase d'apprentissage, le réseau de neurone infère la définition géométrique de la structure à détecter à partir d'exemples. L'entraînement peut être réalisé à partir de nuages de points annotés, ou d'exemples éparés fournis par l'utilisateur. Des réseaux pré-entraînés sont également disponibles.

Le réseau ainsi obtenu peut ensuite traiter automatiquement des nuages de points composés de centaines de millions de points. Grâce à son architecture compacte, DeepEdge offre un taux de détection élevé, une forte robustesse au bruit, et est beaucoup plus rapide (500k points/secondes sur CPU standard) que l'état de l'art.

EXEMPLES D'APPLICATION

- Traitement de nuages de points 3D
- Reconnaissance de forme
- Reconstruction 3D
- Modélisation géométrique

PRINCIPE DÉMONTRÉ

- Approche frugale en ressources et données
- Classification 500 000 points/sec
- Performances nettement supérieures à l'état de l'art
- Modèles pré-entraînés
- Module de classification
- Classification interactive avec un faible nombre d'annotations utilisateur

CONTACT

Nicolas MELLADO

Loïc BARTHE





MATRICES CROISÉES DES EXPERTISES SCIENTIFIQUES

Croisement thématique scientifique
par champ d'application par laboratoire

Technologies d'augmentation cognitive

	Vision-Audition-Motricité	IA-SMA-machine learning-big data	Human monitoring (EEG, ECG, eye-tracking,...)	CCU, UX, ergonomie IHM, conception universelle	Aides et diagnostics, éducation thérapeutique,	Exosquelette, robotique et robotique	RV, réalité augmentée, vision augmentée																																																																																																																																																	
Sport-Education-culture	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr></table>				4	1	2			1		3			2			<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				4			3		1		3						<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				4					1				1				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td></tr></table>				4		2	3	4	1				1	2			<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr></table>				4		2		4			3		1	2	3		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr></table>				4			3			2			1	2	3		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr></table>				4			3						1	2	3																																		
			4																																																																																																																																																					
1	2																																																																																																																																																							
1		3																																																																																																																																																						
	2																																																																																																																																																							
			4																																																																																																																																																					
		3																																																																																																																																																						
1		3																																																																																																																																																						
			4																																																																																																																																																					
1																																																																																																																																																								
1																																																																																																																																																								
			4																																																																																																																																																					
	2	3	4																																																																																																																																																					
1																																																																																																																																																								
1	2																																																																																																																																																							
			4																																																																																																																																																					
	2		4																																																																																																																																																					
		3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
			4																																																																																																																																																					
		3																																																																																																																																																						
	2																																																																																																																																																							
1	2	3																																																																																																																																																						
			4																																																																																																																																																					
		3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
Santé-handicap-vieillesse	<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1	2	3	4	1						2	3			1		3				2				<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1		3	4			3			1		3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				3	4						1					1					<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1	2	3	4	1					1		3			1	2	3			1	2				<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr></table>		1		3	4								2			1	2	3			1	2	3			<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				3	4						1					1	2	3			1										
	1	2	3	4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
	2	3																																																																																																																																																						
1		3																																																																																																																																																						
	2																																																																																																																																																							
	1		3	4																																																																																																																																																				
		3																																																																																																																																																						
1		3																																																																																																																																																						
			3	4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
1																																																																																																																																																								
	1	2	3	4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
1		3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
1	2																																																																																																																																																							
	1		3	4																																																																																																																																																				
		2																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
			3	4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
1	2	3																																																																																																																																																						
1																																																																																																																																																								
Industrie-smart city	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>			2	3							1		3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				3							1		3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					4						1										<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					4						1	2									<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					4								3			1	2	3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				2							1	2	3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				3							1	2	3							
		2	3																																																																																																																																																					
1		3																																																																																																																																																						
			3																																																																																																																																																					
1		3																																																																																																																																																						
				4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
				4																																																																																																																																																				
1	2																																																																																																																																																							
				4																																																																																																																																																				
		3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
			2																																																																																																																																																					
1	2	3																																																																																																																																																						
			3																																																																																																																																																					
1	2	3																																																																																																																																																						
Transport	<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1							3		1		3								<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1							3		1		3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					4						1					1					<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					4						1					1	2				<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1			4								3			1	2	3								<table border="1"><tr><td></td><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		1							3		1	2	3								<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				3							1	2	3							
	1																																																																																																																																																							
			3																																																																																																																																																					
1		3																																																																																																																																																						
	1																																																																																																																																																							
			3																																																																																																																																																					
1		3																																																																																																																																																						
				4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
1																																																																																																																																																								
				4																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																								
1	2																																																																																																																																																							
	1			4																																																																																																																																																				
		3																																																																																																																																																						
1	2	3																																																																																																																																																						
	1																																																																																																																																																							
			3																																																																																																																																																					
1	2	3																																																																																																																																																						
			3																																																																																																																																																					
1	2	3																																																																																																																																																						

1	2	3	4	1-Chart	1-COSTEC	1-LEAD	1-IMS	1-LPC
1	2	3	4	2-LSP	2-laPEA	2-LIG	2-CERCA	2-LNC
1	2	3		3-LSCP	3-LUSN	3-LPNC	3-IRIT	
1	2	3		4-ENSADL	4-BORELLU			
1	2							

Évaluations comportementales cognitives

	PARIS NORD 1				PARIS NORD 2				CENTRE-EST			SUD-OUEST			SUD		
	CHART	LUN	LSP	ENSADlab	SCALab	LaPEA	LISN	Centre Borelli	LEAD	GIPSA-lab	LPNC	IMS	CeRCA	IRIT	CRCA	LPC	LNC
Développement de plateformes et paradigmes expérimentaux pour l'étude du comportement humain en contexte opérationnel et/ou en situation contrôlée de laboratoire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Caractérisation et monitoring des états cognitifs, émotionnels et moteurs, et du comportement	Évaluation, identification de (bio)marqueurs																
	Modélisation																
Développement et évaluation d'interfaces, de systèmes, outils & logiciels	Développement, et évaluation de systèmes de monitoring du comportement humain																
	Solutions logicielles																
	Systèmes logiciels complexes																
	Systèmes d'information																
	Système embarqué collaboratif																
	Système embarqué autonome																
	Outils intelligents																
	Outils d'augmentation cognitive et d'aide à la décision																
	En réalité mixte																
	en environnement augmenté																
	en environnement virtuel																
	Interfaces homme-machine/homme-système																
	Collaboration homme-robot																
	Agents conversationnels adaptifs & robotique sociale																
	Ergonomie et neuroergonomie	Développement et évaluation d'interfaces intermodales post-wimp															
Développement de technologie centrée utilisateurs																	
Évaluation																	
Pédagogie et apprentissage	Expérience utilisateur et usage																
	Suivi d'activité d'opérateurs humains																
Handicap - Diagnostic/rééducation/réhabilitation/rééducation	Développement et évaluation de dispositifs pédagogiques ou participatifs																
	Évaluation, développement de compétences & suivi des performances																
Biofeedback/Neurofeedback	Diagnostic																
	De réhabilitation, de remédiation, d'aide ou de suppléance																
Traitement du signal et d'image	Évaluation et adaptation des technologies cognitives aux situations de handicap																
Traitement statistiques avancés/apprentissage machine	X			X				X		X		X		X			X

Cognition Collective

	Cognition sociale	Interaction humain-humain, dynamiques sociales	Interaction humain-humain, dynamiques sociales	Régulation émotionnelle, perception des émotions altrui	Prise de décision collective																																																												
Apprentissage / Education	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3				3	4	1				<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr></table>	1	2	3			2	3				3		<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1			4		2	3	4					<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1				1	2	3	4					<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1						3					
1	2	3																																																															
		3	4																																																														
1																																																																	
1	2	3																																																															
	2	3																																																															
		3																																																															
1			4																																																														
	2	3	4																																																														
1																																																																	
1	2	3	4																																																														
1																																																																	
		3																																																															
Santé - Handicap - Vieillesse	<table border="1"><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1	2	3				3	4					<table border="1"><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr></table>		2					3				3		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				4		2	3						<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					1	2	3	4					<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							3					
1	2	3																																																															
		3	4																																																														
	2																																																																
		3																																																															
		3																																																															
			4																																																														
	2	3																																																															
1	2	3	4																																																														
		3																																																															
Environnement	<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1		3					4					<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr></table>	1		3			2					3		<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr></table>	1							4		2			<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr></table>						2		4		2			<table border="1"><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	1							4				
1		3																																																															
			4																																																														
1		3																																																															
	2																																																																
		3																																																															
1																																																																	
			4																																																														
	2																																																																
	2		4																																																														
	2																																																																
1																																																																	
			4																																																														
Smart City - Industrie	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>3</td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>							3		1				<table border="1"><tr><td></td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		2											<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td>4</td></tr><tr><td></td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				4		2	3	4					<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					1	2	3						<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>									1			
		3																																																															
1																																																																	
	2																																																																
			4																																																														
	2	3	4																																																														
1	2	3																																																															
1																																																																	

- 1. IJN
- 2. ENSADLAB
- 3. LAPEA
- 4. LISN

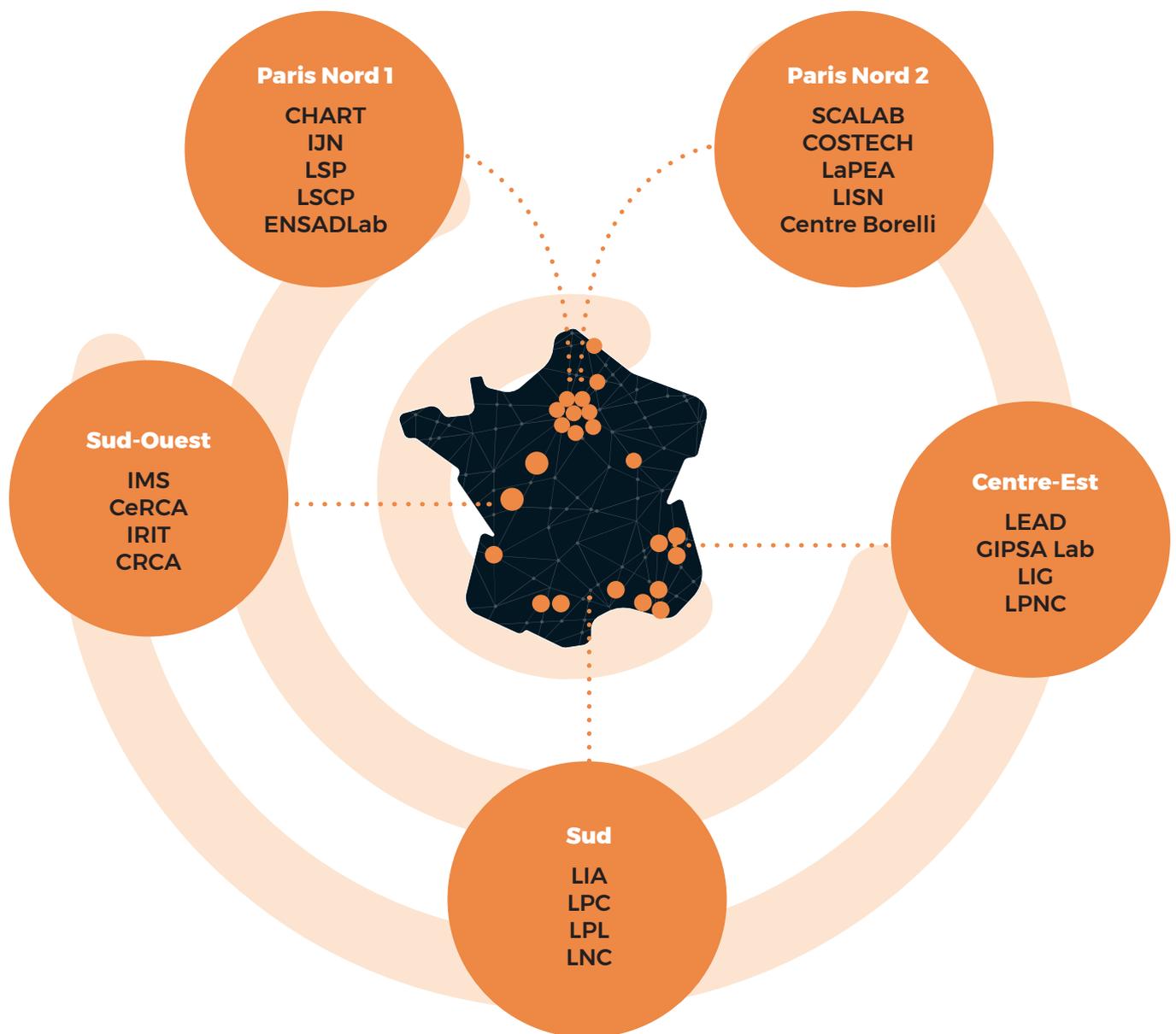
- 1. LIG
- 2. LPNC
- 3. IMS
- 4. CERCA

- 1. IRIT
- 2. CRCA
- 3. LPC

Cognition et Langage

		Apprentissage automatique pour le Traitement Automatique de Langues (TAL), Intelligence artificielle						Processus cognitifs liés à la parole et du langage		Connaissances sur le langage, les langues et leurs variétés				Commun aux sous-thématiques				
		Synthèse de la parole	Identification du locuteur et du langage	Analyse de la paralinguistique dans le langage et la parole	Dialogue humain-machine, Reconnaissance automatique de la parole	Génération, Traduction et résumé automatique	Recherche et extraction d'information	Perception, production, modélisation, et acquisition de la parole et de la lecture	Apprentissage et modélisation de la lecture et de l'écriture	Phonétique, phonologie, morphologie, étiquetage morphosyntaxique	Syntaxes grammairales, analyse syntaxique, sémantique	Linguistique	Catégorisation phonémique	Evaluation en traitement du langage	Corpus	Mise en place de plateformes expérimentales	Langues peu dotées	Implications sociales et éthiques du traitement du langage
Paris Nord 1	CHART																	
	IJN																	
	LSP																	
Paris Nord 2	LSCP																	
	LMSI																	
	LEAD																	
	GIPSA-lab																	
Centre Est	LIG																	
	LPNC																	
Sud Ouest	CeRCA																	
	IRIT																	
Sud Ouest	LIA																	
	LPL																	
	LNC																	

RÉPARTITION DES LABORATOIRES par pôle





Les
LABORATOIRES

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

• **INGÉNIERIE ET
TECHNOLOGIES
COGNITIVES**

• **HUMANITÉS
COMPUTATIONNELLES**

• **COGNITION SOCIALE :**
analyse de données,
modélisation et simulation

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

🌀 **BALLISTOCARDIOGRAPHIE** (en collaboration avec la startup Apneal) :

- Détection de l'apnée du sommeil.
- Surveillance de la vigilance des conducteurs.

🌀 **PROJET ANR INFECOMP :**

- Développement des processus cognitifs impliqués dans l'activité de compréhension inférentielle en situation de lecture.
- Partenaires : Université Paris 8 et Université Montpellier 3.

🌀 **PROJET ANR iReCheCk :**

- Un robot compagnon pour apprendre l'écriture manuscrite.
- Permet de fournir un nouvel aperçu sur le déficit de l'écriture qui pourra conduire à une caractérisation plus riche et une compréhension de ses causes.

Partenaires : École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), AP-HP, Université Paris 8.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	17
dont ETP Permanents	17
Total Recettes (subv + contrat)	153,8 K€
dont Privées (contrat)	0 K€
dont Collaboratives	153,8 K€



• **LANGUAGE:**

sign language; formal semantics (modelisation); models of primate communication; semantics for music; vagueness; pragmatics

• **PERCEPTION, ACTION, CONSCIOUSNESS:**

bodily representation, multi-agent cognition, computations in visual perception, disorientation, memory, computations in the use of maps and images

• **SOCIAL COGNITION:**

social perception, multi-agent dynamics, models of web reputation; cognition friendly design in education

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

AI & SIGN LANGUAGE (C. GERACI)

🌀 **THE CHALLENGES:**

- Virtual actors can sign and make Machine-Human interaction sign language friendly.
- Long term goal: Automatic translation from spoken language into any sign language via Virtual Actor.

🌀 **A TELEPHONE FOR DEAF-BLIND SIGNERS:**

We are working on a haptic hand that allows communication between the outside world and Deaf blind via tactile sign language.

🌀 **THE HUB FOR SIGN LANGUAGE (RIA-H2020):**

We are creating a web platform that will host SL psycholinguistic tests, a SL Atlas, the grammars of European SLs, and an Archive to visualize the memories of the various SL communities of Europe.

ASTRINI (R. CASATI)

- Simulation software for teaching elementary astronomy.
- The challenge: remediate a wide gap in elementary astronomy competences.
- The software: a teacher-oriented, parametrizable, simplified model of the moon-sun-earth system. Parametrization distinguishes it from standard virtual planetariums. (PSL-DIAL).

REPUTATION ANALYSIS TEAM (GLORIA ORIGGI) IJN AND IUSS PAVIA (ITALY)

- Creating smart and flexible reputation indicators along several dimensions.
- Targeting reputation risks of companies.
- Developing investigation tools based on recent finding in the cognitive and social sciences.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	24
dont ETP Permanents	20
Total Recettes (subv + contrat)	587 K€
dont Privées (contrat)	15 K€
dont Collaboratives	399 K€





Laboratoire des
Systèmes
Perceptifs

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- **AUDITION ET VISION :**
recherche fondamentale,
appliquée & clinique

- Psychophysique,
neurophysiologie, imagerie,
modèles computationnels

- Traits élémentaires pour
images naturelles, écologie
sonore, confiance perceptive,
effets de contexte, mémoire
sensorielle, approches
bayésiennes, décodage EEG,
imagerie Ultrasons, etc.

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

- Débruitage parole pour prothèses auditives (projet pulse)
- Diagnostic de pertes cachées - Plasticité du cortex visuel.
- Interfaces cerveau-machine, EEG, pupillométrie.
- Suivi automatique (par apprentissage profond)
du comportement des céphalopodes.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	14
dont ETP Permanents	12
Total Recettes (subv + contrat)	1 254 K€
dont Privées (contrat)	0 K€
dont Collaboratives	1 213 K€

- Nouvelles formes de créations et de médiations dans les espaces numériques : Mondes Virtuels, Réalité Virtuelle, Réalité Augmentée, Réalité Mixte

- **TESTER / PARTAGER / RENDRE PUBLIC :**
expérimenter avec les utilisateurs pendant le processus de recherche, expositions-tests

- **RECHERCHE AVEC ET SUR LES DISPOSITIFS INTERACTIFS :**

objets robotisés, interaction de groupe avec des smartphones ou via des systèmes de "tracking", matériaux actifs et réactifs voire vivants

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

PROJET TAMED CLOUD

qui explore de nouveaux usages liés à la visualisation de grandes masses de données en réalité virtuelle à travers un démonstrateur illustrant les possibilités d'interaction avec un nuage de données dynamique spatialisé dans un espace 3D immersif.

PROJET LES APPRENANTS

(mené avec Orange) qui explore les collectifs d'objet à comportements (IoT) : objets robotisés, non-figuratifs, qui, par leur façon de se mouvoir et de réagir à leur environnement, stimulent le fait qu'on leur prête vie et apprennent les uns des autres (Machine Learning).

PROJET ARTICULATION

qui porte sur l'étude du geste en créations collaboratives et qui vise à comprendre comment un collectif devient créatif à travers ses interactions gestuelles. Un dispositif minimaliste de réalité virtuelle (SHIVR) est utilisé pour isoler, stimuler et analyser le geste.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	15
dont ETP Permanents	6
Total Recettes (subv + contrat)	426 K€
dont Privées (contrat)	56 K€
dont Collaboratives	227 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- Interaction perception, action, sémantique

- Régulation émotionnelles et interaction sociales

- Traitement et compréhension des langues première et seconde

- **MÉTHODOLOGIES TRANSVERSALES :** approche expérimentale, neuro-imagerie, modélisation computationnelle

- **APPLICATIONS :** systèmes artificiels (RV, robotique); pathologies neurocognitives et mentales

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

🌀 FÉDÉRATION DE RECHERCHE SCIENCES ET CULTURES DU VISUEL (FR SCV CNRS 2052) :

L'UMR SCALab est membre fondateur de la FR SCV, un centre de recherche interdisciplinaire (SCALab, IRHIS, CRISTAL) consacré à l'étude, à l'aide des technologies numériques de pointe, de la perception et de la cognition visuelle ainsi que les cultures visuelles ayant contribué à la construction des identités sociales et politiques.

🌀 EQUIPEX+ CONTIUUM (ANR-21-ESRE-0030) :

L'UMR SCALab est membre du réseau de plateforme de réalité virtuelle Equipex + Continuum dans le but d'étudier à l'aide de dispositifs de réalité virtuelle de pointe la continuité collaborative du numérique vers l'humain. Au sein du réseau, SCALab coordonne le dispositif de réalité virtuelle « The Open Reality Experience-TORE », un dispositif de réalité virtuelle immersif inédit, courbé dans toutes ses dimensions, proposant sur 180° un panorama visuel de haute résolution permettant la visualisation d'images réalistes et l'application de méthodes d'objectivation des comportements.

🌀 LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	39
dont ETP Permanents	31
Total Recettes (subv + contrat)	15 K€
dont Privées (contrat)	15 K€
dont Collaboratives	0 K€

🌀 CPER ENHANCE (embedding a Human Dimension in Cultural Heritage) :

SCALab est porteur du projet CPER ENHANCE, qui vise à développer, à partir de nouvelles synergies entre SHS, sciences cognitives et sciences du numérique, une approche scientifique innovante, à forte potentialité de transfert vers la société, des relations entre patrimoine culturel, cognition, et outils de médiation, en plaçant l'individu au cœur de la démarche scientifique et des réalisations technologiques.

- DESIGN D'INTERACTIONS

- PHILOSOPHIE COGNITIVE ET PHILOSOPHIE DES TECHNIQUES

- PRATIQUES ET INTERACTIONS NUMÉRIQUES

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

DÉVELOPPEMENT D'INTERFACES

pour les personnes aveugles, utilisant des procédés d'interaction, des stimulateurs sensoriels et des systèmes d'interaction adaptés.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	18
dont ETP Permanents	18
Total Recettes (subv + contrat)	320 K€
dont Privées (contrat)	26 K€
dont Collaboratives	291 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- POTENTIEL, APPRENTISSAGE ET DIFFÉRENCIATION

- CRÉATIVITÉ ET INNOVATION

- RISQUES, SÉCURITÉ ET QUALITÉ DE VIE

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

🌀 WILDTIMES (ANR, NEUROSPIN-CEA & SNCF) :

retrouver son temps lors de la navigation dans le monde réel pour relier la cognition temporelle et la cognition spatiale chez les humains lors de la navigation dans le monde réel.

🌀 JEUX ET CRÉATIVITÉ (CHAIRE FONDATION UPC) :

examiner l'impact des jeux de société sur le développement de la créativité.

🌀 NEWMOB (ANR) :

évaluer et comparer la perception des risques et la prise de risque chez les usagers de nouveaux modes de transport actifs en ville.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	22,5
dont ETP Permanents	17
Total Recettes (subv + contrat)	192 K€
dont Privées (contrat)	146 K€
dont Collaboratives	20 K€

- ALGORITHMES, APPRENTISSAGE ET CALCUL

- SCIENCE DES DONNÉES

- MÉCANIQUE DES FLUIDES-ÉNERGÉTIQUE

- INTERACTION AVEC L'HUMAIN :

- Interaction multimodale, ambiante, haptique, embarquée, gestuelle, émotionnelle, etc.
- Simulation et Évaluation d'Agents Conversationnels : la pluridisciplinarité en action
- Réalité Virtuelle et Augmentée : interaction multimodale, immersive, collaborative

- RÉALITÉ VIRTUELLE ET AUGMENTÉE :

interaction multimodale, immersive, collaborative

- SCIENCES ET TECHNOLOGIES DES LANGUES :

- Traitement Automatique des Langues écrites, parlées et signées
- Interaction multimodale, ambiante, haptique, embarquée, gestuelle, émotionnelle, etc.
- Simulation et Évaluation d'Agents Conversationnels : la pluridisciplinarité en action

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

🌀 **ÊTRE TOUCHÉ PAR UN AGENT VIRTUEL (ETAV) :**

rôle du toucher pour les interactions sociales entre les individus.

🌀 **ROSETTA :**

étude de technologies permettant d'automatiser le sous-titrage multilingue et la traduction en Langue des Signes Française visualisée via l'animation d'un signeur virtuel pour les programmes de télévision à destination des sourds et malentendants (18-21, partenaires : Entreprises Systran, MocapLab et france.tv access (filiale du groupe France TV), laboratoires LISN et CHArt-EPHE-LUTIN).

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	133
dont ETP Permanents	122
Total Recettes (subv + contrat)	2 121 K€
dont Privées (contrat)	255 K€
dont Collaboratives	1 866 K€



RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

ADAPTATION D'AIDES TECHNIQUES

pour des personnes en situation de handicap mental avançant en âge.

SYSTÈME AMICAS ET DISPOSITIF USE-USERS :

plateforme web d'aide à la conception pour les personnes en situation de handicap.

CAPTEURS PHYSIOLOGIQUES & SMARTPHONE

ELABORATION DE JUMEAUX NUMÉRIQUES

pour la simulation de systèmes complexes.

EXEMPLES DE PROJETS :

- État de l'art scientifique et technique des technologies cognitives en vue d'un PoC de centres et outils de supervision / hypervision: dimension interactions de groupe (2017),
- Cognition spatiale et optimisation de l'orientation (2018),
- Méthodologie de digitalisation du métier de conseil (2018),
- Évaluation complète de la lisibilité et de l'utilisabilité des éléments de cartographie et d'orientation en gare, des systèmes signalétiques et de l'information voyageur (2019,)
- Elaboration du jumeau numérique de l'université de Bordeaux pour simuler les transports,
- Development of a mobile system for combined cognitive/ physiological data acquisition. (2022).

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	32
dont ETP Permanents	17
Total Recettes (subv + contrat)	491 K€
dont Privées (contrat)	141 K€
dont Collaboratives	350 K€



AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- Interactions humain-humain, humain-environnement et humain-système

- **LANGAGE ÉCRIT :**
écriture et lecture fonctionnelle

- Cognition sociale

- Cognition et clinique, interface psychologie - psychiatrie et addictologie

- Vieillesse et psychopathologie de la mémoire et des fonctions exécutives

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

PROJET E-FRAN DYSAPP :

développement d'un jeu sur tablette tactile permettant la pratique de la motricité fine, du rythme et de la planification visuo-motrice, pour améliorer la lecture et l'écriture d'enfants avec trouble dyslexique et/ou dyspraxique (partenaire industriel : Tralalère, Paris).

PROJET INTEROPS :

caractérisation de l'impact de la manipulation des informations visuelles et haptiques sur la capacité d'un opérateur à planifier et à contrôler une action avec un robot. Il s'agit d'identifier les paramètres qui permettent à l'opérateur une commande naturelle et intuitive) tout en garantissant une prise de décision et/ou un mouvement optimal (partenaire industriel : ITECA, Angoulême).

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	59
dont ETP Permanents	35
Total Recettes (subv + contrat)	800 K€
dont Privées (contrat)	86 K€
dont Collaboratives	473 K€



Institut de Recherche
en Informatique de Toulouse

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

• IA & COGNITION

• TRAITEMENT DE LA LANGUE

• SANTÉ & AUTONOMIE

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

-  **PROJET CoPains :**
Planification Cognitive dans la Communication Persuasive Multimodale.
-  **LabCom ALAIA :**
Apprentissage des Langues Assisté par Intelligence Artificielle (collaboration ArcheanLabs).
-  **LabCOM ALICIA-VISION :**
étendre les bibliothèques de reconstruction 3D (collaboration Mikros Image).
-  **PLATEFORME Lab4CE :**
Laboratory for Computer Education.
-  **TU-SUX :**
Theoretical framework on Usability Security and User eXperience (collaboration Ruwido).

-  **GIS PAROLOTHEQUE :**
renforcer et étendre les recherches sur la parole de patients atteints de cancer.

-  **LA PLATEFORME DE TRAITEMENT DE PAROLE ATYPIQUE (PATY) :**
permettant la transcription de parole sortant de l'ordinaire à destination des chercheurs et des entrepreneurs.

-  **PROJET RESTORE**

-  **PARTICIPATION TMBI**

-  **CHAIRE ANTI LEILA AMGOUD :**
Empowering Data-driven AI by Argumentation and Persuasion.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	131,25
dont ETP Permanents	131
Total Recettes (subv + contrat)	4 654 K€
dont Privées (contrat)	158 K€
dont Collaboratives	200 K€

• LANGAGE

• OPTIMISATION

• RÉSEAUX

• DEUX AXES
TRANSVERSAUX
qui associent les aspects
cognition des trois axes
scientifiques :

- Sociétés numériques
- Intelligence Artificielle

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

③ DIALOGUE / INTERACTIONS VOCALES

③ DIALOGUE / IDENTIFICATION LOCUTEUR
EN ROBOTIQUE SOCIALE

③ QUALITÉ D'EXPÉRIENCE DANS LES MOBILES EN 5G

Total Effectif	45
dont ETP Permanents	18
Total Recettes (subv + contrat)	2 014 K€
dont Privées (contrat)	628 K€
dont Collaboratives	1 373 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

• VISION ET COGNITION
AUGMENTÉE

• APPRENTISSAGE NORMAL
ET PATHOLOGIQUE
(OUTILS NUMÉRIQUES)

• COGNITION SOCIALE
(STÉRÉOTYPES, CONTEXTE,
COMPARAISON SOCIALE)

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

- © SIMPLIFICATION DE TEXTES
(« HIBOU » EN COLLABORATION AVEC ISI CRUNCH)
- © GAMIFICATION D'UN OUTIL DE REMÉDIATION
DE LA DYSLEXIE POUR LES COLLÉGIENS DYSLEXIQUES
(MORPHOREM) AVEC LA SOCIÉTÉ MOBIDYS : LIVRE SONDO
- © DÉVELOPPEMENT DE LA VERSION FRANÇAISE
DE GRAPHOGAME (GRAPHOGROUP)
- © CREATIVLAB @AMPIRIC
(PÔLE PILOTE EN EDUCATION)

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	80
dont ETP Permanents	31
Total Recettes (subv + contrat)	677 K€
dont Privées (contrat)	0 K€
dont Collaboratives	677 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

• PRODUCTION ET
PERCEPTION DU LANGAGE

• PROSODIE

• MULTIMODALITÉ DANS
LES INTERACTIONS
LANGAGIÈRES

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

ÉVÈNEMENT REMARQUABLE :

- Organisation de conférence Good Scientific Practice in MEEG Research autour des analyses MEG et EEG.
- Numéro spécial de la revue NeuroImage.

ARTICLES SCIENTIFIQUES :

- Cirillo G. et al. (2022). Conceptual alignment in a joint picture-naming task performed with a social robot. Cognition.
- Sato M. (2022). Motor and visual influences on auditory neural processing during speaking and listening. Cortex.
- Estève-Gibert et al. (2022) Pre-schoolers use head gestures rather than prosodic cues to highlight important information. Dev. Science.

OUTILS :

- Logiciel SPPAS - Prix science ouverte du logiciel libre de la recherche.
- Annotations automatiques à partir de la parole et de leur transcription orthographique.
- Logiciel HSMAD - Annotation automatique de l'intensité du sourire lors d'enregistrements vidéo.



LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	18
dont ETP Permanents	15
Total Recettes (subv + contrat)	474 K€
dont Privées (contrat)	15 K€
dont Collaboratives	459 K€

• PERCEPTION

• SENSORI-MOTRICITÉ

• CONTRÔLE COGNITIF

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

- Ⓢ LA PERCEPTION DU TEMPS ET DE L'ESPACE
- Ⓢ LA PERCEPTION DE L'INFORMATION AUDITIVE ET VESTIBULAIRE NORMALES ET PATHOLOGIQUES (acouphènes, vertige)
- Ⓢ L'IMAGERIE MENTALE ET L'EFFORT COGNITIF
- Ⓢ L'IMAGE DU CORPS ET LA CONSCIENCE DE SOI
- Ⓢ LE TRAITEMENT DU LANGAGE ET LE TRAITEMENT DE LA MUSIQUE
- Ⓢ LES TROUBLES COGNITIFS DANS DIFFÉRENTES NEUROPATHOLOGIES

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	102
dont ETP Permanents	58
Total Recettes (subv + contrat)	34 K€
dont Privées (contrat)	34 K€
dont Collaboratives	0 K€

• **APPRENTISSAGE
(IMPLICITE/EXPLICITE -
ÉDUCATION/FORMATION
PROFESSIONNELLE)**

• **COGNITION MUSICALE**

• **LANGAGE ET MÉMOIRE**

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

Ⓒ **DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE THÉORIQUE
DU FONCTIONNEMENT COGNITIF
(SOC : Self-Organizing Consciousness) :**

basé sur des processus d'apprentissage associatif, et reposant sur des mécanismes psychologiquement plausibles que sont la mémoire, l'oubli et l'interférence.

Ⓒ **COGNITION MUSICALE**
(Projet européen ITN EBRAMUS, Projet ANR MULANAU,
Projet ANR MUREA)

Ⓒ **APPRENTISSAGE PROFESSIONNEL**
(Projet Silva Numerica)

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	19
dont ETP Permanents	11,6
Total Recettes (subv + contrat)	493 K€
dont Privées (contrat)	4 K€
dont Collaboratives	478 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- **COGNITION POUR LA PAROLE ET LA VISION (HANDICAP, ETC.)**

- **MOUVEMENT HUMAIN, BOUCLES SENSORI-MOTRICES**

- **DYNAMIQUE DE L'ATTENTION, INTERACTIONS ET INTERFACES**

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

- Développement d'un système de transformation de la texture sonore d'un son musical synthétique (en gras, majuscule et orange) avec la société Arturia (thèse CIFRE F. Roche), en utilisant des tests psycho-acoustiques et des techniques d'apprentissage auto-supervisé de représentations.

- **MODÉLISATION DYNAMIQUE DE L'ATTENTION SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX**

(coll. CNRS Centre Internet et Société et GEMASS, Sorbonne).

- **ARTICULATION :**

- Vizart3D : Biofeedback articulatoire pour la rééducation orthophonique,
- Modèle articulatoire de la langue en 3 dimensions.

- **ANALYSE VISUELLE DE SCÈNE, DÉMONSTRATION AVEC L'OCCULOMÈTRE**

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	31
dont ETP Permanents	26,65
Total Recettes (subv + contrat)	699 K€
dont Privées (contrat)	62 K€
dont Collaboratives	637 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

- **TRADUCTION AUTOMATIQUE ET TRADUCTION ASSISTÉE**

- **TRAITEMENT DE L'INFORMATION MULTILINGUE** (incl. Communication multilingue et communication Alternative et Augmentée)

- **TRAITEMENT/ANALYSE AUTOMATIQUE DE LA PAROLE** (transcription, affects)

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

© **FLAUBERT (ÉCRIT) ET LEBENCHMARK (ORAL) :**

Réseaux de neurones profonds et plateforme d'évaluation pour le traitement automatique du français oral et écrit.

© **SUITE InterAAction :**

- Suite logicielle d'outils de Communication Alternative et Augmentée destinés aux personnes en situation de handicap cognitifs.
- Reconnaissance multimodale des émotions pour la remédiation cognitive par assistant virtuel.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	27
dont ETP Permanents	9
Total Recettes (subv + contrat)	2 339 K€
dont Privées (contrat)	224 K€
dont Collaboratives	2 102 K€

AXES SCIENTIFIQUES D'EXCELLENCE

• CORPS & ESPACE :

Représentation du corps et sens du mouvement - Adaptation sensori-motrice et perception de l'espace - Représentation de la verticalité et comportements moteurs en milieu gravitaire

• DÉVELOPPEMENT & APPRENTISSAGE :

Implication de la sensorialité dans le développement cognitif, Apprentissage cognitif et procédural - Processus de régulation de soi dans le développement et l'apprentissage

• LANGAGE :

Communication - Cognition - Métacognition - autoïse

• MÉMOIRE :

Exploration des processus mnésiques - Exploration des processus réfléchitifs (métacognition)

• VISION & EMOTION :

Entrées sensorielles visuelles - Vision active et mouvements oculaires - Vision proactive et expérience émotionnelle - Conscience perceptuelle et métacognition

RÉALISATIONS EMBLÉMATIQUES EN COGNITION :

- 🌀 **e-FRAN Fluence** : développement et validation de dispositifs numériques innovants visant à prévenir et remédier aux difficultés d'apprentissage de la lecture et de l'anglais.
- 🌀 Développement d'un outil de mesure de l'attention et de la mémoire de travail en milieu scolaire.
- 🌀 Développement d'IA (Deep Learning) inspirées du cerveau humain et capables d'apprentissage continu (i.e. sans oubli catastrophique), robustes, frugales, efficaces, agnostiques, plausibles physiquement et respectant la vie privée.
- 🌀 **Musique et Handicap** : développement de technologies d'instruments augmentés.
- 🌀 Un nouvel outil d'évaluation des Troubles du Développement des Sons de Parole chez les enfants francophones.
- 🌀 Restauration des fonctions auditives et cognitives chez l'enfant sourd implanté cochléaire.
- 🌀 Caractérisation de biomarqueurs et modélisation du stress.
- 🌀 Métrologie des émotions et du profil consommateur, développement de mesures implicites de prédiction des comportements d'achat.
- 🌀 Caractérisation de marqueurs de supervision de systèmes automatisés.
- 🌀 Perception des événements spatiaux en environnement réel et simulé.
- 🌀 Paramètres psychophysiques pour l'optimisation de la détection de signaux visuels.

LE LABORATOIRE EN CHIFFRES

Total Effectif	50
dont ETP Permanents	32,5
Total Recettes (subv + contrat)	515 K€
dont Privées (contrat)	134 K€
dont Collaboratives	288 K€



NOUS CONTACTER

Institut Carnot Cognition - CNRS - UAR 2203
ENSC - Bordeaux INP
109, avenue Roul
33 400 Talence

Tél. : + 33 (0)5 57 00 67 44
Email : contact@institut-cognition.com



www.institut-cognition.com

