

Reconnaissance de gestes Implémentation d'un système de reconnaissance de gestes en utilisant des données provenant de capteurs ou de caméras.

Par

Gédéon MUHENGE

Mars 2024

Définition du sujet

La reconnaissance de gestes est un domaine de recherche passionnant qui vise à développer des systèmes capables de détecter et d'interpréter les gestes effectués par les individus. Ces gestes peuvent être utilisés comme une forme d'interaction intuitive et naturelle avec les machines, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives dans des domaines tels que les interfaces utilisateur, la réalité virtuelle, la robotique et la santé.

Ce projet se concentre sur l'implémentation d'un système de reconnaissance de gestes en utilisant des données provenant de capteurs ou de caméras. Les capteurs peuvent être de différents types, tels que des capteurs inertiels, des capteurs de mouvement ou des capteurs de force, tandis que les caméras peuvent être des caméras RGB-D ou des caméras classiques. Ces dispositifs sont utilisés pour capturer les mouvements et les positions des différentes parties du corps lors de l'exécution de gestes.

Les objectifs de ce projet sont multiples. Tout d'abord, il s'agit de développer des techniques de traitement du signal et de vision par ordinateur permettant de traiter les données de capteurs ou de caméras afin d'extraire des caractéristiques pertinentes pour la reconnaissance des gestes. Ensuite, il est nécessaire de concevoir des algorithmes de classification et d'apprentissage automatique capables de reconnaître et d'interpréter une variété de gestes avec précision. De plus, il est essentiel de prendre en compte la variabilité interindividuelle des gestes et de développer des méthodes robustes pour la généralisation du système de reconnaissance. Enfin, la mise en œuvre d'un système en temps réel, réactif et performant constitue un enjeu majeur du projet.

Problématique

Face à l'émergence croissante des interactions gestuelles dans de nombreux domaines tels que l'interaction homme-machine, la réalité virtuelle et la robotique, la mise en place d'un système de reconnaissance de gestes performant et fiable est devenue un enjeu majeur.

Cependant, l'optimisation de la capture des données, l'extraction des caractéristiques pertinentes, la classification précise des gestes, la prise en compte de la variabilité interindividuelle, la réactivité en temps réel et l'évaluation rigoureuse de la précision du système constituent autant de défis cruciaux à relever.

Pour répondre aux défis posés par la mise en place d'un système de reconnaissance de gestes performant, plusieurs questions clés se posent. Ces questions guideront notre exploration des approches les plus efficaces pour relever ces défis et ouvrir de nouvelles perspectives dans le domaine de la reconnaissance gestuelle. Nous aborderons ainsi les problématiques suivantes :

1. **Comment optimiser** la capture des données provenant de capteurs ou de caméras pour obtenir des informations gestuelles de haute qualité tout en minimisant les erreurs et les perturbations ?
2. **Quelles sont les techniques** de traitement du signal et de vision par ordinateur les plus appropriées pour extraire des caractéristiques significatives à partir des données de gestes et comment les appliquer de manière efficace ?

3. **Quels sont les algorithmes** de classification et d'apprentissage automatique les plus adaptés pour reconnaître et interpréter les gestes, tout en prenant en compte les contraintes de temps réel et les ressources disponibles ?
4. **Comment prendre en compte** la variabilité interindividuelle des gestes dans le processus de reconnaissance et comment développer des modèles capables de généraliser efficacement sur différents utilisateurs ?
5. **Comment intégrer la reconnaissance** de gestes dans des applications pratiques telles que l'interaction homme-machine, la réalité virtuelle ou la robotique, et quels sont les défis spécifiques à relever dans ces domaines ?

Revue de littérature

La reconnaissance de gestes a suscité un intérêt croissant au cours des dernières années, en raison de son potentiel dans de nombreux domaines, tels que l'interaction homme-machine, la réalité virtuelle, la robotique et la santé. De nombreuses études ont été menées pour développer des systèmes de reconnaissance de gestes efficaces et précis.

- ✚ **En ce qui concerne la capture des données**, plusieurs approches ont été explorées. Certains travaux se sont concentrés sur l'utilisation de capteurs inertiels tels que les accéléromètres et les gyroscopes pour capturer les mouvements du corps. D'autres ont utilisé des caméras RGB-D ou des caméras basées sur la vision par ordinateur pour obtenir des informations gestuelles plus détaillées. Des techniques de calibration et de synchronisation ont été développées pour améliorer la précision de la capture des données.¹
- ✚ **Pour l'extraction des caractéristiques**, diverses méthodes ont été étudiées. Les approches traditionnelles ont utilisé des techniques de traitement du signal telles que la transformation de Fourier, les filtres numériques et les descripteurs de formes. Cependant, ces méthodes peuvent être limitées par la complexité des gestes et la variabilité interindividuelle. Ces dernières années, l'apprentissage automatique, en particulier les réseaux de neurones convolutifs (CNN) et les réseaux de neurones récurrents (RNN), a émergé comme une approche prometteuse pour l'extraction automatique de caractéristiques discriminantes à partir des données de gestes.²
- ✚ **En ce qui concerne la classification des gestes**, différents algorithmes ont été utilisés. Les machines à vecteurs de support (SVM), les k-plus proches voisins (kNN) et les arbres de décision ont été largement étudiés pour leur capacité à classer les gestes. L'apprentissage profond, en particulier les réseaux de neurones profonds, a également montré des performances remarquables en matière de reconnaissance de gestes. Les architectures telles que les réseaux de neurones convolutifs 3D (CNN-3D) et les réseaux de neurones récurrents (RNN) ont été utilisées pour apprendre des séquences de gestes et améliorer les performances de classification.³
- ✚ **La variabilité interindividuelle des gestes** constitue un défi important dans la reconnaissance de gestes. Des approches telles que l'utilisation de données provenant d'un ensemble diversifié de sujets, l'adaptation de domaine et le transfert de connaissances ont

¹ R. Poppe, "A survey on vision-based human action recognition," in Image and Vision Computing, 28(6), 2010.

² L. Sun et al., "Deep learning for sensor-based activity recognition: A survey," in Pattern Recognition Letters, 119, 2019.

³ J. Zhang et al., "A comprehensive survey on vision-based human action recognition," in Image and Vision Computing, 69, 2018.

été étudiées pour surmonter ce défi. L'objectif est de développer des modèles capables de généraliser efficacement sur différents utilisateurs.⁴

✚ **L'évaluation de la précision et de la fiabilité** des systèmes de reconnaissance de gestes est essentielle. Des métriques de performance telles que la précision, le rappel et la matrice de confusion sont couramment utilisées. Les méthodes de validation croisée et les tests sur des ensembles de données indépendants sont employés pour évaluer la robustesse et la généralisation des systèmes.⁵

En conclusion, la reconnaissance de gestes est un domaine de recherche dynamique, avec diverses approches pour la capture des données, l'extraction des caractéristiques, la classification des gestes, la prise en compte de la variabilité interindividuelle, la réactivité en temps réel et l'évaluation du système. Les avancées récentes dans l'apprentissage automatique et la vision par ordinateur ont permis d'obtenir des performances encourageantes, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives pour l'application pratique de la reconnaissance de gestes dans de nombreux secteurs.

⁴ N. Napoletano et al., "Towards subject-independent gesture recognition: A survey," in *Image and Vision Computing*, 68-69, 2017.

⁵ A. F. Mollah et al., "Evaluation metrics and methodologies for human activity recognition," in *Sensors*, 19(2), 2019.

Identification des quelques questions de Recherche

Question 1 : Comment sélectionner les caractéristiques les plus discriminantes pour la reconnaissance de gestes ?

Question 2 : Comment gérer les données manquantes dans un ensemble de données de reconnaissance de gestes ?

Question 3 : Comment développer un système de reconnaissance de gestes en temps réel utilisant des données de capteurs ou de caméras ?

Question 4 : Quelles sont les meilleures techniques de prétraitement des données provenant de capteurs ou de caméras pour la reconnaissance de gestes ?

Question 5: Comment reconnaître les gestes de la main à partir de données provenant d'une caméra en utilisant Python ?