

Alimentación asistida por brazo robótico basada en visión

Adrián Fortea Valencia¹, Rodrigo Aldana López², Rosario Aragués Muñoz¹

¹Afiliación: T45_23R: Robótica, Visión por Computador e Inteligencia Artificial (ROPERT)

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) Universidad de Zaragoza, Mariano Esquillor s/n, 50018, Zaragoza, Spain.

Tel. +34-976762707, e-mail: 815177@unizar.es

² Afiliación: Intel Tecnología de México, Intel Labs, Intelligent Systems Research Lab, Zapopan, México.

Resumen

La alimentación asistida requiere combinar técnicas de percepción y de control de robots. En este trabajo, se exploran las herramientas necesarias para llevar el robot a una distancia segura de la boca y se analizan diversos métodos para estimar su localización, orientación y si está abierta o cerrada.

Introducción

El uso de robots de asistencia en el cuidado de personas es un área que está teniendo un gran desarrollo[1][2]. Este trabajo pretende utilizar diversas herramientas y métodos para simular la tarea de alimentación asistida utilizando un brazo robótico (ver Figura 1).

Localización de la boca

Para la estimación de la posición y orientación de la boca se han usado dos métodos. El primero está basado en marcadores Aruco[3] ubicados en la cara del paciente para obtener la posición y orientación de una zona cercana a la boca (ver Figura 2, izquierda) con gran precisión. El segundo método permite prescindir de marcadores. Se detecta la cara del sujeto en las imágenes usando el detector Haar-cascade entrenado de OpenCV, obteniendo la posición de la zona central de la cara. Se aplica entonces un detector de puntos característicos faciales[4] (ver Figura 2, derecha) y, a partir de estos puntos, se estima la orientación de la cara y la posición de la boca.

Se ha utilizado una cámara Intel RealSense RGB-D con el fin de obtener información de la profundidad de la imagen, debido a que la posición 2D obtenida de la imagen no proporciona suficiente información para generar trayectorias ejecutables por los brazos robóticos.

Detección del estado de la boca

Se propone detectar el estado de la boca utilizando un método de aprendizaje automático basado en redes neuronales convolucionales entrenado con el dataset YawnDD[5]. Este dataset cuenta con vídeos de personas con la boca cerrada, hablando y bostezando, permitiendo así el entrenamiento del clasificador. Para comparar su rendimiento se utilizó un método basado en los marcadores faciales de la boca[6] como referencia.

Seguimiento de la boca

Se ha utilizado ROS2[7] para simular dos modelos de brazo robótico, UR10 de Universal Robots e IRB120 de ABB. Con la ayuda de Moveit2 se crea una trayectoria desde la posición actual del brazo a la boca respetando una distancia prudencial. Además, se implementa la siguiente política de movimiento: si la boca está cerrada la trayectoria se ejecuta, si está abierta el robot espera, simulando el momento en el que la persona se acerca al robot para comer.

Resultados y discusión

Se han realizado varios experimentos de realidad mixta para demostrar la operabilidad del sistema. Se han usado imágenes reales adquiridas con la cámara RGB-D, donde la posición de la cara va cambiando y se abre y cierra la boca simulando lo que sería la tarea de comer. Se ha comprobado que el brazo robótico, que ha sido simulado, genera correctamente trayectorias para posicionarse a una distancia prudencial de la boca, y reacciona a la apertura y cierre de la boca de acuerdo con la política de movimiento mencionada previamente. Se ha analizado la precisión en la detección de la posición de la cara usando como ground truth la información del marcador Aruco (ver Figura 3) del cual se obtiene que el error medio a una distancia de 0.6 metros de la cámara es de 5 cm. También se ha analizado el rendimiento del método basado en redes convolucionales con respecto al método basado en marcadores, observando una mejora del 4.35% (ver Tabla 1).

Conclusiones

Se han combinado técnicas de visión por computador, learning, robótica, control y planificación de trayectorias para construir una prueba de concepto de alimentación asistida. Los resultados preliminares de localización y detección del estado de la boca son prometedores y tienen una precisión razonable con relación al ground truth. Futuras vías de extensión incluyen la realización de experimentos con un robot real.

Agradecimientos

Trabajo financiado por el Gobierno de Aragón, grupo T45_23R, por la Fundación Universitaria Antonio Gargallo, "Companion robots for seniors: Heavy lifting and Personal Transportation", y por proyectos PID2021-124137OB-I00 y TED2021-130224B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea-NextGenerationEU/PRTR.

Referencias

- [1]. ZHAO, Donghui et al. Research status of elderly-care robots and safe human-robot interaction methods. *Frontiers in Neuroscience*. 2023, 17, doi:10.3389/fnins.2023.1291682.
- [2]. PARK, Daehyung, et al. Active robot-assisted feeding with a general-purpose mobile manipulator: Design, evaluation, and lessons learned. *Robotics and Autonomous Systems*, 2020, vol. 124, p. 103344, doi: 10.1016/j.robot.2019.103344
- [3]. SPRAGUE, Nathan y Jan KANIUKA. JMU-ROBOTICS-VIVA / ros2_aruco. *Github* [en línea]. 26 de octubre de 2020. Disponible en: https://github.com/JMU-ROBOTICS-VIVA/ros2_aruco
- [4]. KURNIANGGORO, Laksono. Gsoc2017. *GitHub* [en línea]. 28 de agosto de 2017. Disponible en: <https://github.com/kurnianggoro/GSOC2017>
- [5]. XIE, Peter. How to detect mouth open for face login. *Towards Data Science* [en línea]. 8 de octubre de 2019. Disponible en: <https://towardsdatascience.com/how-to-detect-mouth-open-for-face-login-84ca834dff3b>
- [6]. SHIRMOHAMMADI, Shervin et al. YawDD: yawning detection dataset [en línea]. 13 de diciembre de 2020. Disponible en: <https://iecc-dataport.org/open-access/yawdd-yawning-detection-dataset>

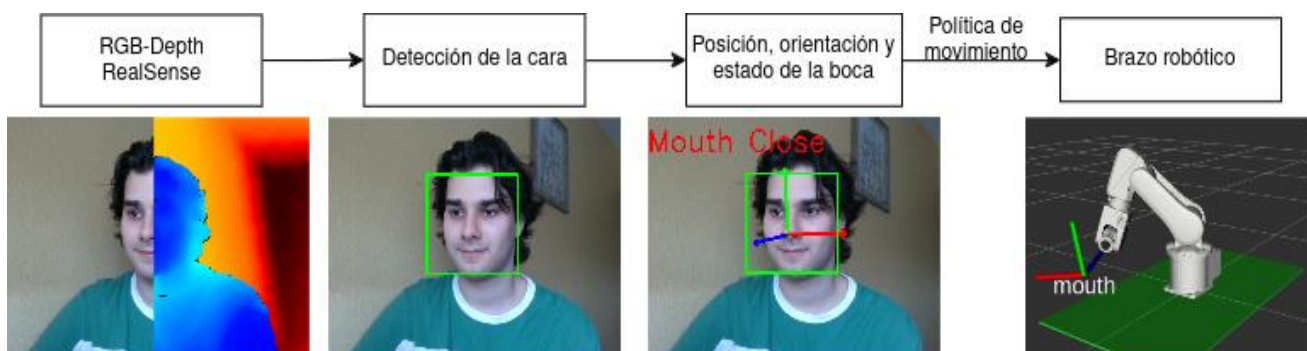


Figura 1. Esquema general del sistema.

- [7]. MACENSKI, Steven et al. Robot Operating System 2: Design, architecture, and uses in the wild. *Science Robotics* [en línea]. 2022, 7(66) [consultado el 5 de junio de 2024]. ISSN 2470-9476. Disponible en: doi:10.1126/scirobotics.abm6074

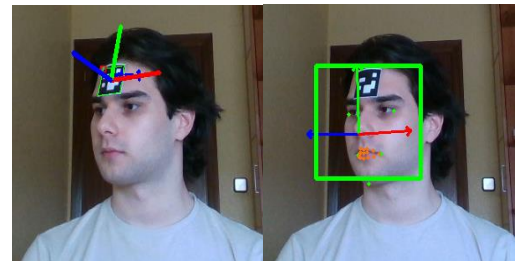


Figura 2. Ejemplo de detección de Aruco y marcadores faciales.

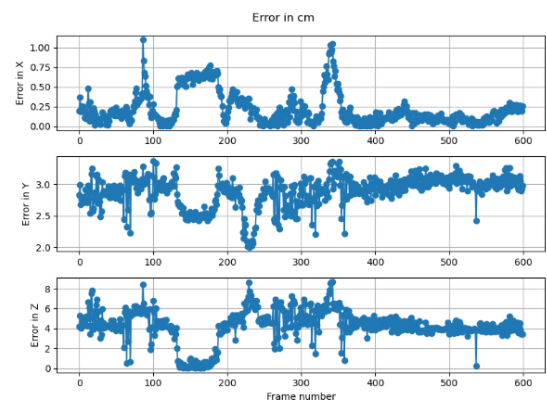


Figura 3. Evaluación del error en la posición de la boca del detector de caras con respecto del marcador Aruco en un experimento.

Tabla 1. Evaluación de los detectores de boca abierta o cerrada en un experimento.

	Accuracy	Precision	Recall
Face marks	0.896	0.887	0.896
CNN	0.935	0.939	0.935