

CONTROL DE LA MARCHA BÍPEDA CON DESLIZAMIENTO MEDIANTE RESTRICCIONES VIRTUALES NO HOLÓNOMAS

Leonardo Colombo

Centro de Automática y Robótica, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), España
leonardo.colombo@csic.es

El deslizamiento del pie de apoyo constituye una fuente importante de inestabilidad en la locomoción bípeda sobre superficies de baja fricción o con propiedades inciertas. En esta charla presentamos un marco de control que, en lugar de tratar el deslizamiento como una perturbación que debe rechazarse, lo incorpora explícitamente en el modelo de locomoción mediante restricciones virtuales no holónomas.

La dinámica del bípedo se formula como un sistema híbrido, combinando la evolución continua durante la fase de apoyo con los impactos discretos asociados al contacto del pie con el suelo. Se introduce una restricción afín a nivel de velocidades que regula el movimiento tangencial del pie de apoyo y se diseña una realimentación no lineal que la impone simultáneamente con las restricciones virtuales holónomas utilizadas para generar la marcha. Esta construcción da lugar a una variedad de dinámica cero híbrida compatible con el deslizamiento.

Finalmente, caracterizamos la estabilidad orbital de las marchas periódicas mediante el mapa de Poincaré reducido. Los resultados numéricos, obtenidos sobre un modelo bípedo plano estructurado de siete grados de libertad, muestran que el controlador regula eficazmente el deslizamiento y mantiene una marcha estable bajo condiciones de contacto variables, mientras que la estrategia sin regulación termina perdiendo estabilidad.

Trabajo en conjunto con Álvaro Rodríguez Abella (Universidad de Comillas, Madrid, España), Alexandre Anahory Simoes (IE Universidad, Madrid, España), Anthony Bloch (Universidad de Michigan, Ann Arbor, USA).

Referencias

- [1] Colombo, L., Abella, Á. R., Simoes, A. A., Bloch, A. (2026). Stable Walking for Bipedal Locomotion under Foot-Slip via Virtual Nonholonomic Constraints. arXiv preprint arXiv:2603.29050.