

SOFT ROBOTICS WITH HYDROGELS

Antonio López Díaz del Campo

Resumen

Los robots tradicionales fabricados de materiales rígidos son peligrosos a la hora de trabajar junto a humanos, pudiéndoles causar graves lesiones o incluso la muerte. Como respuesta a este problema, han surgido nuevas vías de investigación robótica, entre ellas, la *robótica blanda*, campo muy joven que en los últimos diez años ha experimentado un gran crecimiento. La robótica blanda emplea materiales blandos y deformables con el fin de eliminar cualquier riesgo para las personas. Siliconas, gomas y otros elastómeros son las principales opciones para la fabricación de robots blandos, aunque los *materiales inteligentes*, que son aquellos capaces de responder a estímulos externos (p. ej., campo eléctrico, campo magnético, luz, etc.), están ganando cada vez más importancia. Es en este grupo donde se engloban los hidrogeles, que son polímeros capaces de absorber grandes cantidades de agua sin desintegrarse y que pueden poseer propiedades muy interesantes como biocompatibilidad, biomimetismo, autocurado o respuesta a múltiples estímulos.

La presente tesis busca la utilización de un determinado hidrogel, denominado CANESHA, en robótica blanda. En concreto, se tratarán de explotar dos de sus cualidades más importantes, conductividad eléctrica y autocurado, para mejorar diseños robóticos ya existentes o desarrollar otros nuevos que se aprovechen de estas características. Por tanto, esta tesis queda enmarcada en dos campos que están en auge en la actualidad, robótica blanda y materiales inteligentes, siendo una tesis de notable carácter multidisciplinar.

En particular, la tesis comienza proporcionando una visión global de la robótica blanda, haciendo un repaso del estado del arte en materiales, actuadores, sensores y aplicaciones. Posteriormente, se proporciona una descripción detallada del hidrogel CANESHA y la caracterización de sus propiedades relevantes en esta tesis, como propiedades mecánicas, eléctricas o autocurado, entre otras. Una vez expuesto todo lo referente al material, se presentan las diferentes aplicaciones o demostradores robóticos que son resultado de esta tesis. Primero, un par de actuadores electroactivos, de los cuales se incluye su modelado basado en principios físicos, que prueban la posibilidad de actuación eléctrica de hidrogeles en medios no acuosos. Después, dos actuadores neumáticos —un músculo lineal y un actuador capaz de curvarse— que se benefician del autocurado del hidrogel. Además, el actuador de curvatura posee un sensor propioceptivo que permite su control automático, también incluido en la tesis. Posteriormente, se presenta una novedosa arquitectura modular blanda que pretende solventar algunas de las problemáticas existentes en las conexiones modulares de robots blandos. Por último, se incluyen un par de prototipos enfocados a la manipulación robótica: un sensor táctil y una garra robótica blanda.

De este modo, la tesis abarca una gran cantidad de disciplinas ingenieriles, como diseño, modelado, simulación, instrumentación o control, así como otras muy distintas propias de la ciencia de materiales, como síntesis, fabricación o caracterización, y demuestra la posibilidad de uso de hidrogeles en robótica blanda.