



## مدل سازی دینامیکی لغزش در گرفتن و جابجایی اجسام توسط انگشتان نرم

امین فخاری<sup>1</sup>، مهدی کشمیری<sup>2\*</sup>

1- دانشجوی دکتری، مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

2- دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

\* اصفهان، صندوق پستی 8415683111، mehdk@cc.iut.ac.ir

### اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل  
دریافت: 26 اردیبهشت 1394  
پذیرش: 20 خرداد 1394  
ارائه در سایت: 13 تیر 1394

کلید واژگان:

انگشت نرم

سطح تماس

مدل سازی تماس

سطح محدود اصطکاکی

گرفتن و جابجایی

### چکیده

استفاده از انگشتان نرم باعث افزایش پایداری و چالاکی در گرفتن و جابجایی اجسام می‌شود. این امر به دلیل به وجود آمدن یک سطح تماس بین انگشت و جسم است. اگرچه پدیده لغزش نقش اساسی در گرفتن و جابجایی مقاوم و پایدار اجسام بازی می‌کند، ولی در اکثر تحقیقات گذشته در زمینه انگشتان نرم، فرض بر آن است که لغزشی بین انگشت و جسم رخ نمی‌دهد. در این مقاله، به مدل سازی دینامیکی لغزش در گرفتن و جابجایی توسط انگشتان نرم پرداخته می‌شود. به دلیل ایجاد سطح تماس بین انگشت نرم و جسم، یک ممان اصطکاکی به همراه نیروی اصطکاکی مماسی و نیروی عمودی در سطح تماس اعمال می‌شود. بنابراین، با استفاده از مفهوم سطح محدود اصطکاکی، یک روش جدید برای مدل سازی دینامیکی لغزش صفحه‌ای ارائه می‌شود. در این روش، روابط مساوی و نامساوی وضعیت‌های گوناگون تماس صفحه‌ای به یک معادله دیفرانسیل مرتبه دوم با ضرایب متغیر تبدیل شده که این ضرایب بسته به شرایط لغزش تعیین می‌شوند. از این نوع مدل سازی دینامیکی نیروهای تماس می‌توان برای طراحی کنترل کننده‌هایی جهت حذف لغزش‌های ناخواسته که بین انگشت و جسم رخ می‌دهد، استفاده کرد. این روش برای مدل سازی دینامیکی و آنالیز لغزش در جابجایی یک جسم صلب با استفاده از یک انگشت نرم سه‌عضوی مورد استفاده قرار گرفته شده است. همچنین، به منظور افزایش دقت مدل سازی دینامیکی انگشت نرم، دینامیک انتهایی نرم انگشت با دینامیک عضوهای صلب آن ترکیب شده است. رفتار دینامیکی این سیستم در شبیه‌سازی‌های عددی نشان داده شده است.

## Slippage Dynamic Modeling in Object Grasping and Manipulation with Soft Fingers

Amin Fakhari, Mehdi Keshmiri\*

Department of Mechanical Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

\* P.O.B. 8415683111 Isfahan, Iran, mehdk@cc.iut.ac.ir

### ARTICLE INFORMATION

Original Research Paper  
Received 16 May 2015  
Accepted 10 June 2015  
Available Online 04 July 2015

#### Keywords:

Soft Finger  
Contact Interface  
Contact Modeling  
Friction Limit Surface  
Grasping and Manipulation

### ABSTRACT

Using the soft fingers increases stability and dexterity in object grasping and manipulation. This is because of the enlarged contact interface between soft fingers and object. Although slippage phenomenon has a crucial role in robust grasping and stable manipulation, in most of the previous researches in the field of finger manipulation, it is assumed that the slippage between finger and object does not occur. In this paper, slippage dynamic modeling in object grasping and manipulation using soft fingers is studied. Because of the enlarged contact interface between soft fingers and object, a frictional moment along with tangential frictional force and normal force is applied on the contact interface. Therefore, a novel method for dynamic modeling of planar slippage using the concept of Friction Limit Surface is presented. In this method, equality and inequality relations of different states of planar contact are rewritten in the form of a single second-order differential equation with variable coefficients. These coefficients are determined based on the slippage conditions. This kind of dynamic modeling of contact forces can be used for designing the controllers to prevent the undesired slippage. The method is used in study of slippage analysis of a three-link soft finger manipulating a rigid object on a horizontal surface. In order to increase the accuracy of dynamic modeling of soft finger, dynamics of soft tip is integrated with the dynamic of finger linkage. Dynamic behavior of this system is shown in the numerical simulations.

### 1- مقدمه

زمینه‌های مختلف به‌ویژه رباتیک به منظور طراحی دستان رباتیکی چالاک و شبه‌انسان بوده است.

انتخاب یک مدل تماس مناسب، اولین قدم در آنالیز گرفتن و جابجایی اجسام است. مدل‌های تماس را می‌توان به دو گروه اصلی تماس جسم صلب یا تماس نقطه‌ای و تماس نرم تقسیم‌بندی کرد. بسیاری از تحقیقات گذشته

دستان انسان قادر به گرفتن و جابجایی اجسام مختلف بدون دانستن وزن و ضریب اصطکاک آن‌ها است. این توانایی، دستان انسان را به یکی از پیچیده‌ترین عضوهای بدن انسان تبدیل می‌کند. از این‌رو، بررسی جنبه‌های مختلف دستان انسان یکی از موضوعات جالب برای بسیاری از محققان در

Please cite this article using:

A. Fakhari, M. Keshmiri, Slippage Dynamic Modeling in Object Grasping and Manipulation with Soft Fingers, *Modares Mechanical Engineering*, Vol. 15, No. 8, pp. 332-340, 2015 (In Persian)

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید: