



## کنترل تطبیقی لغزش در یک عملیات ربایکی تک انگشتی

شهرام هادیان جزی<sup>1\*</sup>، مهدی کشمیری<sup>2</sup>، فرید شیخ الاسلام<sup>3</sup>

1- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

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

3- استاد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

\* اصفهان، صندوق پستی 8174673441، s.hadian@eng.ui.ac.ir

### چکیده

### اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل

دریافت: 23 اسفند 1392

پذیرش: 15 اردیبهشت 1393

ارائه در سایت: 19 مهر 1393

کلید واژگان:

لغزش ناخواسته

کنترل تطبیقی

تماس اصطکاکی

در این مقاله با در نظر گرفتن امکان لغزش بین پنجه یک ربات و جسم در حین گرفتن جسم، کنترل تطبیقی تعقیب مسیر برای حمل جسم روی زمین توسط یک ربات تک انگشتی مورد بررسی قرار گرفته است. این سیستم، نمونه مناسبی برای بررسی روش‌های مختلف تحلیل مانند طراحی کنترل کننده‌ها در سیستم ربات‌های همکار در حمل و انجام عملیات مختلف روی اجسام است. در این تحقیق به منظور یکسان‌سازی معادلات مربوط به تماس اصطکاکی که از نوع معادلات نامساوی هستند با دیگر معادلات سیستم که از نوع معادلات مساوی هستند، فرمول‌بندی تازه‌ای برای مدل کردن شرایط تماس اصطکاکی ارائه شده و با استفاده از این فرمول‌بندی جدید، دو کنترل کننده تطبیقی مختلف معرفی شده است. این کنترل کننده‌ها ضمن این که لغزش‌های ناخواسته ایجاد شده در سرپنجه ربات را کنترل می‌کنند، حرکت جسم روی مسیر از پیش تعیین شده را نیز کنترل کرده و هم‌زمان پارامترهای نامعین موجود در سیستم را تخمین می‌زنند. با این تفاوت که کنترل کننده اول جرم‌های نامعین سیستم و کنترل کننده دوم ضرایب اصطکاک را تخمین می‌زنند. نتایج شبیه‌سازی ارائه شده در این مقاله، کارایی کنترل کننده‌های معرفی شده را تأیید می‌کنند.

## Adaptive Slippage Control in a One-Finger Hand Robot Manipulation

Shahram Hadian Jazi<sup>1\*</sup>, Mehdi Keshmiri<sup>2</sup>, Farid Sheikholeslam<sup>3</sup>

1- Department of Mechanical Engineering, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

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

3- Department of Electrical & Computer Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

\* P.O.B 8174673441, Isfahan, Iran, s.hadian@eng.ui.ac.ir

### ARTICLE INFORMATION

Original Research Paper  
Received 12 February 2014  
Accepted 05 May 2014  
Available Online 11 October 2014

**Keywords:**  
Undesired Slippage  
Adaptive Control  
Frictional Contact

### ABSTRACT

In this study, considering slippage between a robot end-effector and an object, adaptive control of a one-finger hand manipulating an object is explored. This system is a good sample to develop different techniques such as grasp analysis, grasp synthesis, stability analysis and designing different types of controller for cooperative manipulator systems. Due to the presence of inequality equations in frictional point contact modeling, a novel formulation is developed to replace the equality and inequality equations with a single second order differential equation with switching coefficients. Introducing this new friction contact model, an input-output conventional form is derived using the equality and inequality equations of motion of the system. Using this new form of motion equations, two adaptive controllers with simple update laws are proposed that both of them ensure the asymptotic convergence of the object position tracking as well as slippage control while compensating the system uncertainties. The first controller compensates the uncertain masses of the manipulator links and the object while the second one compensates the uncertain coefficients of friction. Numerical simulation is utilized to evaluate performance of the proposed controllers.

حمل اجسام توسط سیستم‌های همکار، جز با پرداختن به بحث گرفتن<sup>1</sup> امکان پذیر نیست. به همین دلیل محققین زیادی کارهای خود را معطوف به بحث گرفتن کرده‌اند.

انواع مختلف تماس پنجه و جسم، شرایط مختلف گرفتن، هندسه پنجه و جسم در نقاط گرفتن، انعطاف‌پذیری پنجه و جسم در حین گرفتن و مواردی از این قبیل در کارهای مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله مهم‌ترین و

### 1- مقدمه

حمل اجسام و یا انجام عملیات مختلف روی آن‌ها توسط سیستم‌های ربایکی یکی از موضوعاتی است که به آن توجه ویژه‌ای شده است. این موضوع به‌خصوص طی دهه‌های اخیر و با مطرح شدن بحث همکاری ربات‌ها در انجام این‌گونه عملیات مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است. ورود به بحث

1- Grasping