



دانشکده‌ی فنی و مهندسی
گروه آموزشی مهندسی مکانیک

پایان نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد
در رشته‌ی مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید

عنوان:

طراحی مکانیزم غیرفعال پویا برای جابه‌جایی اشیاء روی یک مسیر دایره‌ای شکل

استاد راهنما:
دکتر عادل اکبری مجد

پژوهشگر:
عبدالله باجلان

تابستان 1393

نام خانوادگی دانشجو: باجلان	نام: عبدالله
عنوان پایان‌نامه: طراحی مکانیزم غیرفعال پویا برای جابه‌جایی اشیاء روی یک مسیر دایره‌ای شکل	
استاد راهنما: دکتر عادل اکبری مجد	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک
گرایش: ساخت و تولید	دانشگاه: محقق اردبیلی
دانشکده: فنی و مهندسی	تاریخ دفاع: 1393/06/19 تعداد صفحات:
<p>چکیده: جابه‌جا کردن بدون گرفتن اشیاء منجر به سادگی و کاهش هزینه به میزان قابل توجهی در مکانیزم جابه‌جایی می‌شود. از طرف دیگر جابه‌جا کردن غیر فعال متداولترین روش جابه‌جا کردن اشیاء در طبیعت بوده و موجب رسیدن به نقطه‌ی ایده‌آل از دیدگاه میزان مصرف انرژی می‌شود. در این پایان‌نامه یک روش جدید که حاصل تلفیق دو روش گفته شده یعنی جابه‌جا کردن بدون گرفتن و غیرفعال اشیاء است، معرفی می‌شود. موضوعی که ابتدا به آن پرداخته می‌شود، جابه‌جا کردن بدون گرفتن و غیرفعال یک شیء خاص در مسیرهای دایره‌ای شکل است. به همین منظور مکانیزمی معرفی می‌شود که متشکل از دو جزء بستر جابه‌جایی و شیء جابه‌جا شونده است. بستر جابه‌جایی یک سطح شیب‌دار ساده بوده و شیء مورد نظر یک مخروط ناقص قائم است. تحلیل‌های سینماتیکی و دینامیکی مشخص می‌کند که برای اینکه جابه‌جایی این شیء منطبق بر مسیر از قبل تعیین باشد، باید شکل هندسی آن اصلاح شود. دو ایده‌ی جدید برای اصلاح شیء معرفی می‌شود و یکی از این اشیاء اصلاح شده در گام بعدی به عنوان چرخ-های یک مکانیزم متحرک غیرفعال مورد استفاده قرار می‌گیرد. در واقع چرخ‌های گفته شده وظیفه‌ی هدایت مکانیزم گفته شده را بر عهده دارند. این مکانیزم ربات چرخ‌دار غیرفعال PWR نامیده می‌شود و به علت ساختار خاصش می‌تواند به صورت غیرفعال بر روی یک سطح شیب‌دار ساده در امتداد مسیریابی دایروی و قابل پیش‌بینی حرکت کند. با قرار دادن اجسام مختلف بر روی این ربات می‌توان آنها را در مسیرهایی منطبق با مسیر ربات جابه‌جا کرد. این مسأله مستلزم برقراری حالت گرسپ پویا بین اشیاء جابه‌جا شونده و سطح بدنه ربات است. شرایط لازم برای برقراری این حالت در مورد اشیایی با برخی شکل‌های هندسی به دست آورده شده است. جهت صحت‌گذاری عملکرد مکانیزم معرفی شده از برخی شبیه‌سازی‌ها در نرم افزار تحلیل دینامیکی ADAMS و نیز برخی آزمایش‌ها استفاده شده است. در واقع در این شبیه‌سازی‌ها ابتدا یک مکانیزم با مقادیر مشخصی برای پارامترهای آن در نرم افزار CATIA ساخته شده و به محیط نرم افزار ADAMS منتقل می‌شود. سپس بر اساس روابط به دست آمده در این پایان‌نامه مسیری که باید شیء یا ربات جابه‌جا شونده به صورت غیرفعال طی کند محاسبه می‌شود. در گام بعدی، شبیه‌سازی جابه‌جایی غیر فعال مکانیزم انجام می‌شود و نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی با نتایج به دست آمده از روابط مقایسه می‌شوند. نزدیک بودن این نتایج می‌تواند صحت روابط به دست آمده در کار انجام شده در پایان‌نامه حاضر را تأیید کند.</p>	
کلید واژه‌ها: جابه‌جایی اشیاء، مکانیزم غیر فعال، ربات چرخ‌دار غیرفعال، گرسپ پویا	

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
---------------------	------

فصل اول: مقدمه

1-1- مقدمه‌ای بر مبحث جابه‌جا کردن اشیاء	2
2-1- روش کار طبیعت	4
3-1- الگوگیری از طبیعت	5

فصل دوم: مروری بر تحقیقات قبلی

1-2- مروری بر کارهای انجام شده در زمینه‌ی جابه‌جا کردن اشیاء بدون گرفتن	8
1-1-2- مکانیزم‌های تغذیه قطعه	8
2-1-2- جابه‌جا کردن با پرتاب کردن	9
3-1-2- جابه‌جا کردن با نوک انگشتان	12
4-1-2- جابه‌جا کردن مبتنی بر غلتاندن شیء	14
5-1-2- جابه‌جا کردن اشیاء با استفاده از ربات‌های متحرک	16

2-2- مروری بر کارهای انجام شده در زمینه‌ی بکارگیری مکانیزم‌های غیرفعال در ربانیک

18.....

فصل سوم: یک مکانیزم برای جابه‌جا کردن غیر فعال و بدون گرفتن شی‌ای خاص در مسیرهای دایروی

3-1- تشریح اجزاء مکانیزم

23.....

3-2- مدل سینماتیکی مکانیزم پیشنهادی

26.....

3-3- مدل دینامیکی مکانیزم پیشنهادی

30.....

3-4- الزامات عدم لغزش و اصلاح طرح

35.....

3-5- اولین طرح اصلاح شده‌ی پیشنهادی برای شیء جابه‌جا شونده

38.....

3-6- دومین طرح اصلاح شده‌ی پیشنهادی برای شیء جابه‌جا شونده

42.....

3-6-1- ساختار کلی

42.....

3-6-2- تحلیل سینماتیکی و تعیین مسیر

43.....

3-6-3- تحلیل دینامیکی

46.....

3-6-4- الزامات عدم لغزش

49.....

3-7- نتایج شبیه سازی و آزمایش

50.....

3-7-1- ارزیابی مدل اولین شیء اصلاح شده

50.....

3-7-2- ارزیابی مدل شیء 2

54.....

3-7-3- تأثیر پارامترهای مدل شیء 2 بر روی حرکت

61.....

فصل چهارم: یک ربات غیرفعال چرخ دار PWR برای جابه‌جا کردن اشیاء در مسیرهای دایروی

4-1- مقدمه

65.....

4-2- ساختار

65.....PWR

4-3- تحلیل سینماتیک و تعیین مسیر حرکت

71.....PWR

4-4- تحلیل دینامیکی و تعیین شتابهای حرکت

75.....PWR

4-5- جابه‌جا کردن اجسام گوناگون توسط

86.....PWR

4-6- شبیه سازی

89.....

فصل پنجم: نتیجه گیری و بحث

5-1- نتیجه گیری و بحث

93.....

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول 3-1: تأثیر تغییر مقادیر l_t , l_b بر روی انحراف از مسیر پیش بینی شده برای شیء.....	63
جدول 3-2: تأثیر تغییر ضرایب اصطکاک بین شیء با سطح بر روی انحراف از مسیر پیش بینی شده برای شیء.....	63
جدول 3-3: تأثیر تغییر شیب سطح بر روی انحراف از مسیر پیش بینی شده برای شیء.....	63
جدول 3-4: تأثیر تغییر جنس شیء 2 بر روی انحراف از مسیر پیش بینی شده برای شیء.....	63
جدول 3-5: تأثیر تغییر شعاع چرخ کوچک بر روی انحراف از مسیر پیش بینی شده برای شیء 2.....	63

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل 1-1: لغزش یک پنگون و غلتش یک خارپشت مثال‌هایی از جابه‌جایی غیرفعال در طبیعت می‌باشند5	
شکل 2-1: مجموعه‌ای از بازوهای یک درجه آزادی برای جابه‌جا کردن اشیاء از طریق پرتاب‌های متوالی 11.....	
شکل 2-2: جابه‌جا کردن از طریق پرتاب به وسیله‌ی دو بازوی سه درجه آزادی	12

شکل 2 - 3: چهار مهارت انگشتان دست برای جابه‌جا کردن اشیاء

13.....

شکل 2 - 4: جابه‌جا کردن دو بعدی یک شیء توسط انگشتان چرخ-

14.....دار

شکل 2 - 5: جابه‌جایی توسط مکانیزم پروانه از طریق غلتش

15.....

شکل 2 - 6: حفظ تعادل یک دیسک آزاد بر روی یک دیسک کنترل شونده

16.....

شکل 2 - 7: جابه‌جا کردن یک تکه کاغذ توسط یک ربات متحرک چرخ‌دار

16.....

شکل 2 - 8: جابه‌جا کردن اشیاء از طریق هل دادن به وسیله‌ی ربات‌های متحرک

17.....

شکل 2 - 9: McGeer برای توسعه‌ی ربات‌های را رونده‌ی غیرفعال از حرکت چرخ بدون زه الهام

18.....گرفت

شکل 2 - 10: یک دست رباتی که از یک انگشت غیرفعال برخوردار است

19.....

شکل 2 - 11: جابه‌جا شدن غیرفعال یک توپ در دو بعد که از اصطکاک بین توپ و زمین چشم پوشی شده

20.....

شکل 2 - 12: جابه‌جا کردن یک شیء توسط آرایه‌ای از بازوهای غیر فعال با یک عملکرد پایدار

21.....

شکل 3 - 1: یک سطح ماریچ که یک مخروط ناقص بر روی آن قرار داده شده است

24.....

شکل 3 - 2: یک مخروط ناقص و مشخصات آن

25.....

شکل 3-3: شرایط اولیه‌ی قرار گرفتن شیء بر روی سطوح

26.....

شکل 3-4: نمایش لحظه‌ی شروع حرکت شیء بر روی سطوح از زاویه‌ی دید در جهت نرمال سطوح

28.....

شکل 3-5: مکان مرکز دوران شیء با تغییر زاویه‌ی اولیه‌ی قرارگیری آن

30.....

شکل 3-6: نمودار پیکر آزاد شیء در لحظه‌ی شروع

31..... حرکت

شکل 3-7: شیء اصلاح شده -

39.....

شکل 3-8: نمایی از مجموعه متشکل از دو چرخ با قطرهای متفاوت و یک میله‌ی اتصال دهنده (شیء 2) و

شکل کلی اتصال اجزاء

43.....

شکل 3-9: نمودار پیکر آزاد شیء 2 در لحظه‌ی شروع حرکت

44.....

شکل 3-10: نمایش لحظه‌ای از حرکت شیء 2 بر روی سطوح که جهت دید در جهت نرمال سطوح می-

باشد... 45

شکل 3-11: مراحل مختلف حرکت غیرفعال شیء بر روی سطح شیب-

50..... دار

شکل 3-12: نمودار نشان دهنده‌ی فاصله‌ی مرکز قاعده‌ی کوچک شیء از مرکز دوران مسیر

51.....

شکل 3-13: شیء‌ای با ساختار اصلاح شده بر اساس توضیحات آمده در بخش 3-5 که بر روی یک سطح

شیب‌دار ساده قرار گرفته است

52.....

شکل 3 - 14: نمودار نشان دهنده‌ی فاصله‌ی مرکز قاعده‌ی کوچک شی‌ای با ساختار اصلاح شده از مرکز دوران مسیر 53

شکل 3 - 15: مسیر واقعی حرکت شی‌ء 2 در مقایسه با مسیر پیش بینی شده توسط رابطه‌ی 3-65 در جریان شبیه سازی

..... 55

شکل 3 - 16: فاصله‌ی بین نقطه‌ی C تا مرکز چرخ کوچک شی‌ء 2 در طول زمان شبیه-

سازی..... 56

شکل 3 - 17: شرایط اولیه‌ی قرار گیری شی‌ء 2 بر روی سطح در آزمون عملی مشابه با شبیه-

سازی..... 56

شکل 3 - 18: عکسهای گرفته شده از شش مرحله از حرکت شی‌ء در آزمایش عملی

..... 58

شکل 3 - 19: زاویه‌ی طی شده توسط شی‌ء بر حسب

زمان..... 59

شکل 3 - 20: مقدار سرعت خطی شی‌ء 2 بر حسب

زمان..... 60

شکل 3 - 21: مقایسه‌ی منحنی سرعت خطی بر حسب زاویه حاصل از شبیه‌سازی با نتیجه‌ی ترسیم رابطه‌ی

(3-99)

..... 60

شکل 4 - 1: نمایی از PWR

..... 66

شکل 4 - 2: چرخ عقب

..... 67

شکل 4 - 3: بدنه، متشکل از قطعه‌ی مکعبی شکل، میله‌های ثابت و بازوهای اتصال

..... 68

شکل 4-4: رابط چرخهای جلو به همراه چرخهای جلوی متصل به آن

69.....

شکل 4-5: شرایط اولیه‌ی قرار گرفتن چرخ عقب بر روی سطح شیب‌دار

72.....

شکل 4-6: نمایش لحظه‌ای از حرکت چرخ عقب بر روی سطح که جهت دید در جهت نرمال سطح می‌-

باشد.....73

شکل 4-7: نمایش PWR از نمای عمود بر سطح

75.....

شکل 4-8: نمودار پیکر آزاد PWR در لحظه‌ی مصادف با

76..... $\theta_i = 0$

شکل 4-9: نمودار پیکر آزاد مجموعه‌ی چرخ جلو در لحظه‌ی شروع

حرکت.....78 شکل 4-10: نمودار پیکر آزاد چرخ عقب

79.....

شکل 4-11: نمایش شتاب برخی از نقاط PWR از زاویه‌ی دید عمود بر سطح

81.....

شکل 4-12: نمودار پیکر آزاد جسم مکعبی جابه‌جا شونده توسط PWR

87.....

شکل 4-13: مراحل مختلف حرکت غیرفعال PWR بر روی سطح شیب‌دار

90.....

شکل 4-14: فاصله‌ی بین نقطه‌ی مرکز دوران مسیر C تا مرکز جرم چرخ عقب در طول زمان شبیه‌سازی

91.....

فصل اول:

مقدمه

1-1- مقدمه‌ای بر مبحث جابه‌جا کردن اشیاء

مبحث جابه‌جا کردن اشیاء^۱ به موضوع دانش و تکنولوژی مورد نیاز برای رساندن یک یا چند شیء از موقعیت و جهت‌گیری اولیه به موقعیت و جهت‌گیری هدف می‌پردازد. جابه‌جا کردن اشیاء در گستره‌ی وسیعی از جنبه‌های زندگی بشر مطرح است. به عنوان نمونه می‌توان محیط‌های خانگی، محیط‌های صنعتی، محیط‌های شهری و محیط‌های خارج از جو زمین را نام برد. بنابراین مشخص می‌شود که جابه‌جا کردن اشیاء پدیده‌ای بسیار متنوع است. یعنی جابه‌جا کردن یک یا چند شیء در محیط و موردی خاص می‌تواند بسیار ساده و تکراری بوده و در موردی دیگر بسیار پیچیده و بغرنج باشد. در طول سالیان متمادی تلاش‌های زیادی برای ایجاد تسهیل در انجام فرآیندهای جابه‌جا کردن اشیاء صورت گرفته که یکی از نتایج آن مطرح شدن جابه‌جا کردن اشیاء توسط ربات‌ها بوده است. در حال حاضر جابه‌جا کردن اجسام یکی از وظایف مهم ربات‌ها در صنعت می‌باشد. جابه‌جا کردن اشیاء توسط ربات‌ها می‌تواند بخشی از یک عملیات پیچیده مانند رنگ کردن، جوشکاری، مونتاژ و ... بوده (Chong et al, 2009 ; Gauthier & Stéphane, 2007) و یا خود جابه‌جایی شیء هدف مورد نظر باشد (Gates, 2007 ; Cheng et al, 2013 ; Sarria et al, 2014).

در مکتوبات فنی می‌توان دو روش کلی برای جابه‌جا کردن اشیاء توسط ربات‌ها شامل جابه‌جا کردن با گرفتن^۲ (Wimböck et al, 2012) و جابه‌جا کردن بدون گرفتن (Prats et al, 2013) را تشخیص داد.

¹ Object Manipulation

² Grasp

در روش‌های مبتنی بر گرفتن شیء توسط دستان ربات گرفته می‌شود و در حالیکه حرکت نسبی بین دست و شیء صفر است، به وضعیت دلخواه منتقل می‌شود. برخی از کارهایی که اخیراً در این زمینه انجام شده است را می‌توان در (An et al, 2011 ; Prostiv et al, 2013 ; Berenson et al, 2011) یافت. دستهای رباتی مورد استفاده در این روش‌ها معمولاً توانایی انجام جابه‌جایی‌های متنوع و پیچیده‌ای را دارند. این دست‌ها عموماً مکانیزم‌هایی پیچیده و پر هزینه می‌باشند. تا کنون برخی کارها در راه کاهش این پیچیدگی انجام شده است. برای مثال در (Rodriguez et al, 2010) جابه‌جا کردن با دستان ساده مطرح و بررسی می‌شود. اما به نظر می‌رسد حتی با وجود کارهای انجام شده در این راه، روش جابه‌جا کردن اشیاء با گرفتن همچنان روشی پر هزینه و پیچیده می‌باشد. علاوه بر این همانطور که قبل‌تر گفته شد موارد بسیاری را می‌توان یافت که در آنها فرآیند جابه‌جایی ساده و تکراری است. بدیهی است که در چنین مواردی به وجود یک دست رباتی ماهر نیازی نیست. روش جابه‌جا کردن اشیاء بدون گرفتن، روشی سودمند در چنین مواردی به شمار می‌رود.

در روش‌های جابه‌جا کردن اشیاء بدون گرفتن که گاه روش‌های پویا^۱ هم نامیده می‌شوند، شیء توسط عملیاتی مانند هل دادن (Marek et al, 2010 ; Behrens, 2013)، روی رأس چرخاندن^۲ (Yoshida, 2010)، لغزاندن (Vose et al, 2012)، پرتاب و دریافت کردن (Akbarimajd & Nili Ahmadabadi, 2010)، لغزاندن (Akbarimajd, 2014 ; Batz et al, 2010; Kizaki & Namiki, 2012) و انتقال و دوران (Higashimori et al, 2009 ; Ramirez et al, 2012) جابه‌جا می‌شود. روش جابه‌جا کردن بدون گرفتن در مقایسه با روش دیگر دارای مزایا و معایبی می‌باشد. اما به نظر می‌رسد در مواردی که از ربات انتظار انجام دادن وظایف گوناگون نمی‌رود و عمل جابه‌جا کردن شیء فاقد پیچیدگی زیاد است و نیز سادگی و هزینه معیارهای اصلی در انتخاب ربات هستند، این روش نسبت به روش قبل برتری داشته باشد. زیرا

¹ Dynamic

² Pivoting

³ Stiffness

⁴ Stable Grasp

کمینه گرایی در مکانیزم (Bicchi & Goldberg, 1996)، هزینه‌ی کمتر (Akella et al, 2000)، امکان انتقال شیء به خارج از فضای کاری (Akbarimajd & Nili Ahmadabadi, 2007 ; Akbarimajd, 2014)، نداشتن مشکلات کنترل سفتی^۵ و نیرو مربوط به گرفتن پایدار^۶، نداشتن بحث هماهنگی انگشتان در حین جابه‌جا کردن شیء، داشتن ربات‌هایی با درجات آزادی کمتر از درجات آزادی وظیفه‌ی^۷ مورد نظر و بهره‌گیری از دینامیک محیط و هندسه‌ی ربات و شیء (Bicchi & Goldberg, 1996) از جمله مزایای قابل توجه این روش هستند.

1-2- روش کار طبیعت

بدون شک جابه‌جا کردن اشیاء بدون گرفتن متداولترین روش برای جابه‌جا کردن اشیاء در طبیعت است. اما به نظر می‌سد با الگوگیری از عملکرد طبیعت بتوان مزیت قابل توجهی را به روش جابه‌جا کردن اشیاء بدون گرفتن افزود. در مکانیزم‌های جابه‌جا کردن اشیاء در طبیعت علاوه بر نگرفتن اشیاء از محرکه‌ها و کنترل کننده‌های فعال نیز استفاده نمی‌شود. این یعنی جابه‌جا کردن بدون گرفتن و غیر فعال اشیاء. در روش‌های جابه‌جا کردن اشیاء در طبیعت مکانیزم جابه‌جا کننده شدیداً وابسته‌ی به ویژگی‌های شیء جابه‌جا شونده است. در واقع در طبیعت بر اساس ویژگی‌های شیء جابه‌جا شونده یک ساختار طبیعی می‌تواند با آن در برهم‌کنش دینامیکی قرار گرفته و با شکل دادن به قوانین فیزیکی موجود، به مکانیزم جابه‌جا کننده تبدیل شود. یکی از مهمترین خصوصیات این نوع جابه‌جا کردن، قرار داشتن موقعیت اولیه‌ی شیء جابه‌جا شونده در ارتفاعی بالاتر نسبت به موقعیت هدف است. به عنوان مثال قطره‌های باران را می‌توان در نظر گرفت. در اینجا جرم قطره‌ها ویژگی تعیین کننده است. زمانی که جرم قطره‌های باران به حد خاصی برسد، سطح زمین با استفاده از قانون گرانش به مکانیزم جابه‌جا کننده تبدیل می‌شود. در این روشها به جای اینکه یک مکانیزم پیچیده با توانایی انجام جابه‌جایی‌های متنوع به

¹ Task

کار گرفته شود، برای یک یا چند جابه‌جایی مشخص یک مکانیزم ویژه در نظر گرفته می‌شود. واضح است که چنین عملکردی از یک طرف باعث کاهش شدید پیچیدگی مکانیزم و رسیدن به نقطه‌ی ایده‌آل از نظر مصرف انرژی شده و از طرف دیگر باعث کاهش شدید تنوع کارکردهای مکانیزم می‌شود. جریان آب یک رودخانه، غلتیدن یک خارپشت در سراسیبه‌ی تپه، و حرکت پنگون‌ها از طریق لغزیدن بر روی یخ‌ها مثالهای بارزی از این نوع می‌باشند شکل (1-1).



شکل 1-1: لغزش یک پنگون و غلتش یک خارپشت مثال‌هایی از جابه‌جایی غیرفعال در طبیعت می‌باشند

1-3- الگوگیری از طبیعت

مثالهای بیان شده در بخش قبلی نمونه‌های روشنی از روش جابه‌جا کردن بدون گرفتن و غیرفعال اشیاء هستند که در آنها طبیعت برای انجام دادن یک جابه‌جایی خیلی بزرگ از یک روش غیرفعال استفاده می‌کند. همچنین دیده می‌شود قطره‌های باران در امتداد یک مسیر مستقیم به زمین می‌رسند و یا رودخانه‌ها دارای مسیرهایی با شکلهای گوناگون هستند. یعنی اینکه مکانیزم‌های جابه‌جا کننده در طبیعت توانایی جابه‌جا کردن اشیاء را هم در مسیرهای مستقیم و هم در مسیرههای منحنی و غیر مستقیم دارند. از این مطلب می‌توان نتیجه گرفت که در چنین مکانیزم‌هایی نوعی هوشمندی جهت

کنترل مسیر جابه‌جایی وجود دارد. به نظر می‌رسد از این هوشمندی می‌توان برای استفاده در سیستم‌های مصنوعی نیز ایده گرفت.

هدف اصلی این پژوهش توسعه‌ی استفاده از مکانیزم‌های غیرفعال در مبحث جابه‌جا کردن اشیاء با الهام از روش‌های طبیعت می‌باشد. در همین راستا سطح شیب‌دار به عنوان بستر جابه‌جایی اشیاء مورد توجه ویژه قرار می‌گیرد. زیرا بدیهی است که اگر شی‌ای روی یک سطح شیب‌دار قرار بگیرد، امکان جابه‌جا شدن آن تحت تاثیر نیروی گرانش وجود خواهد داشت. پس در گام اول هدف، جابه‌جا کردن غیرفعال و بدون گرفتن یک (یا چند) شیء خاص بر روی یک شیب در امتداد مسیرهایی منحنی و قابل محاسبه است. این در حالیست که در مکانیزم‌های مطرح شده همانطور که قبلاً گفته شد، محرک و همچنین کنترل‌کننده‌ی فعالی وجود ندارد. پس باید نوعی هوش ساختاری غیرفعال در مکانیزم جابه‌جا کردن وجود داشته باشد، تا شیء بتواند در مسیرهای موردنظر جابه‌جا شود. شکل هندسی شیء کلید این مسئله است. در واقع می‌توان این هوش را در هندسه‌ی شیء و تحت تأثیر تعامل دینامیکی آن با سطوح شیب‌دار پایه تعبیه کرد. در گام بعدی به دنبال راهی برای جابه‌جا کردن اشیایی گوناگون بر روی سطح شیب‌دار و در مسیرهایی منحنی و قابل محاسبه خواهیم بود. در نتیجه‌ی این کنکاش ربات‌های چرخ دار غیر فعالی معرفی می‌شود که می‌توانند بر روی یک سطح شیب‌دار در مسیرهای مورد نظر به صورت کاملاً غیرفعال حرکت کنند. این مکانیزم‌ها بسیار ساده هستند و می‌توانند شیء را بدون گرفتن و به صورت غیر فعال در مسیرهایی منحنی و قابل پیش بینی جابه‌جا کنند. در واقع این مکانیزم‌ها از نظر مصرف انرژی در شرایط کاملاً ایده‌آل می‌باشند. همچنین شرایط لازم برای پایداری اشیاء جابه‌جا شونده در حین حرکت ربات‌های غیرفعال تعیین خواهد شد.

فصل دوم:

مروری بر تحقیقات قبلی

Family name: Bajelan	Name: Abdullah
Title of Thesis: Design of a passive dynamic mechanism for object manipulation on a circular track	
Supervisor(s): Adel Akbarimajd Advisor(s):	
Graduate Degree M.Sc.	
Major: Mechanical Engineering	Specialty:
University: Mohaghegh Ardabili	Faculty: Engineering
Graduation date:	Number of pages:
<p>Abstract: Graspless manipulation leads to simplicity and significant cost reduction in manipulation mechanism. On the other hand passive manipulation is the most common way of manipulating of articles in the nature which results in ideal manipulation from the energy saving viewpoint. In this paper a new manipulation approach is introduced which is originated from the combination of graspless and passive manipulation ideas. Firstly, nonprehensile and passive manipulation of a particular object along circular paths is studied. To this end a mechanism is developed with two components including the object and manipulation platform. The platform is a simple ramp and the object is composed of two wheels with different radices and an axle connecting the wheels. Kinematical and dynamical analysis reveals that the object's geometry has to be modified in order to its manipulation is along the desired path. Two approaches are introduced for modification of the object and one the so-called modified objects is employed as wheels of a passive mobile mechanism. In fact these wheels guide this passive mechanism. This mechanism is called passive wheeled robot PWR that can move on a simple inclined surface along predictable circular paths. Different articles could be manipulated by locating on this robot along its predictable path. This necessitates establishment of dynamic grasp between the robot and the articles. Necessary conditions of dynamic grasp are devised for some particular geometry of articles. Simulations in ADAMS and some experimental tests are performed to study the mechanism and verify the performed analysis.</p>	
Keywords: Object manipulation, Passive mechanism, Passive wheeled robot, Dynamic grasp	



University of Mohaghegh Ardabili

Faculty of Engineering

Department of Mechanical Engineering

**Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of
M.Sc. in Mechanical Engineering**

Title:

**Design of a Passive Dynamic Mechanism for Object
Manipulation on a Circular Track**

Supervisor(s):

Adel Akbarimajd (Ph. D)

Advisor(s):

Seyed javid zakavi(Ph. D)

Behrouz mirzaeeziapour(Ph. D)

By:

Abdullah Bajelan

september – 2014