

センサ工学 磁気センサとその応用

ロボティクス学科 平井 慎一

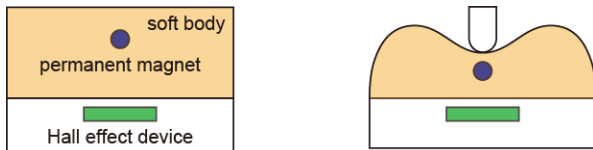


センシング量とセンシング方式

	歪み		応力		近接	表面	温度	
	伸縮	曲げ	力	滑り 接触				
電気抵抗								
静電容量								
圧電効果								
磁気								
光								



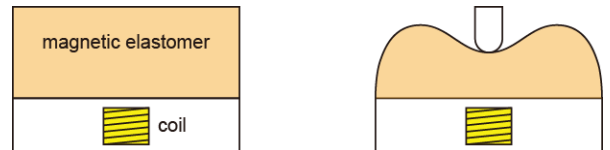
原理



磁束密度の変化をホール素子で検出



原理



透磁率の変化をコイルのインダクタンスで検出



ホール素子



ホール(Hall)効果により磁場を検出
ブラシレスモータ
スマートフォンの地磁気センサ

https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2013/images/ze140320_01.jpg



ローレンツ力

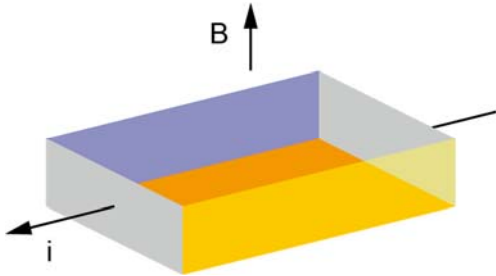
$$F = qv \times B$$

q : 電荷 v : 電荷の速度

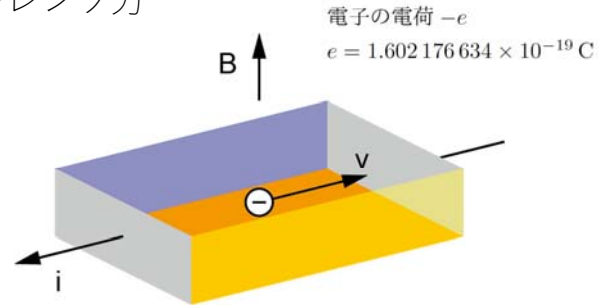
B : 磁束密度 (磁場)



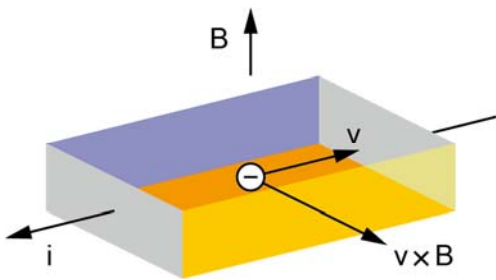
ローレンツ力



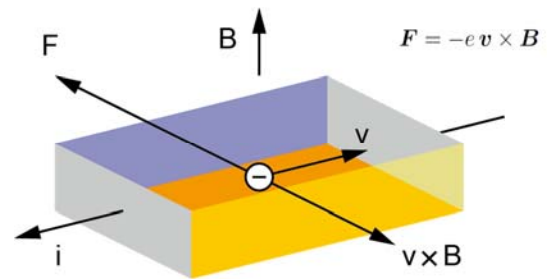
ローレンツ力



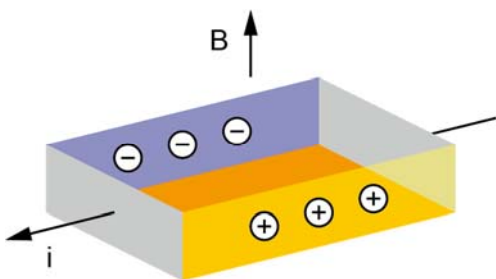
ローレンツ力



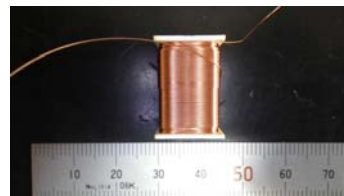
ローレンツ力



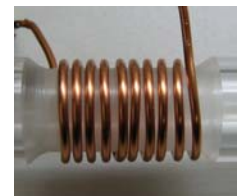
ホール効果



ソレノイドコイル



<https://www.okuyama-coil.jp/images/coil10.jpg>



http://blogimg.goo.ne.jp/user_image/7b/e5/15634cd909ef667ae13c598262783058.jpg

ソレノイドコイルのインダクタンス

$$L = \mu \frac{SN^2}{L}$$

L : コイルの長さ, S : コイルの断面積

N : コイルの巻き数

μ : コイルの芯の透磁率

透磁率

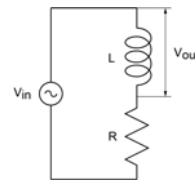
真空の透磁率

$$\mu_0 = 1.25663706212 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$

透磁率

	比透磁率
鉄	5,000 - 200,000
パーマロイ	100,000
ケイ素鋼	4,000
ニッケル	100 - 600
アルミニウム	1.000022
空気	1.00000037
銅	0.999994
水	0.999992

インダクタンスの計測



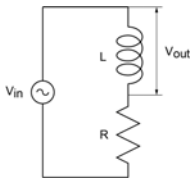
$$V_{in} - V_{out} - Ri = 0$$

$$V_{out} = L \dot{i}$$

$$V_{in} - V_{out} - Ri = 0$$

$$V_{out} = L si$$

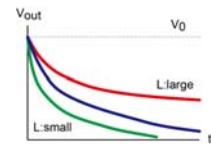
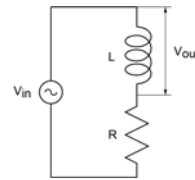
インダクタンスの計測



$$\begin{aligned} V_{out} &= \frac{s}{s + R/L} V_{in} \\ &= \frac{s}{s + R/L} \frac{V_0}{s} \\ &= V_0 \frac{1}{s + R/L} \end{aligned}$$

$$V_{out}(t) = V_0 \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$$

インダクタンスの計測



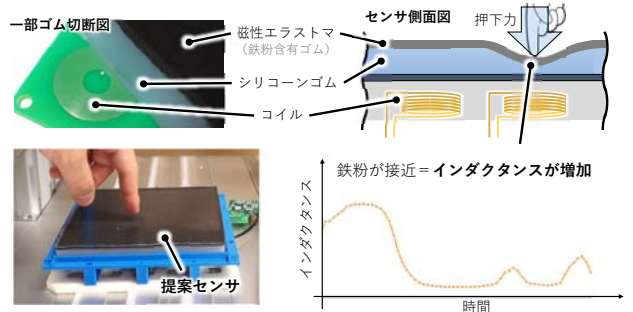
$$V_{out}(t) = V_0 \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$$

センシング量とセンシング方式

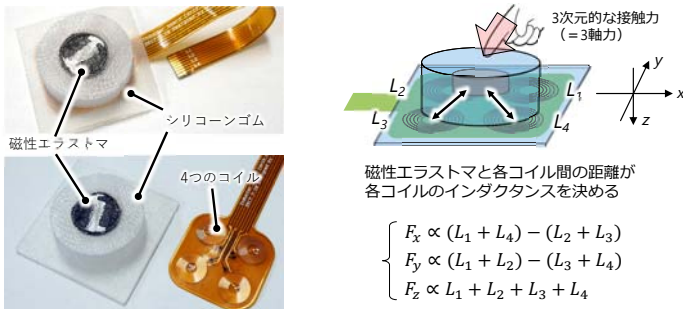
	歪み		応力		近接	表面	温度
	伸縮	曲げ	力	滑り			
電気抵抗							
静電容量							
圧電効果							
磁気							
光							



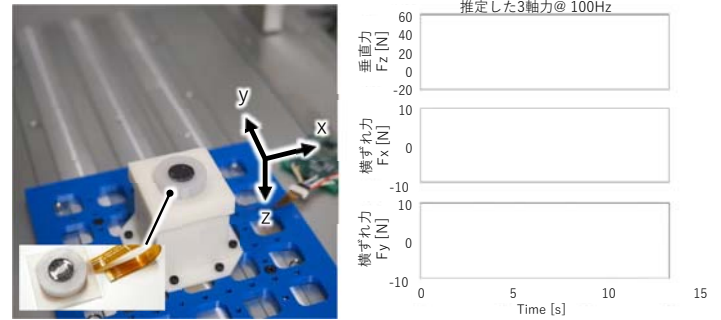
磁性エラストマの変位 (=接触力) をインダクタンス変化から取得



複数のコイルを用いることで接触力の方向も推定可能



複数のコイルを用いることで接触力の方向も推定可能

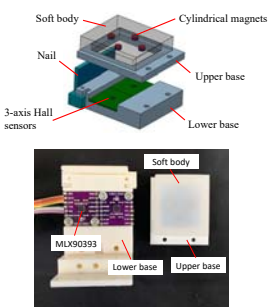


Magnetic-based Tactile Sensing

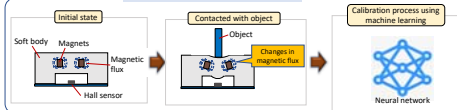
Hisyam Rosle
Universiti Malaysia Perlis



Design and Fabrication



Sensing Principle



Assembly Task

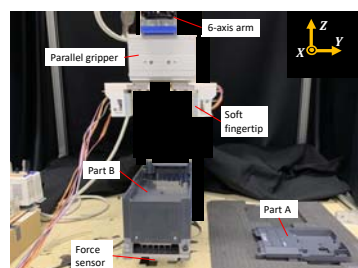


Magnetic-based Tactile Sensing

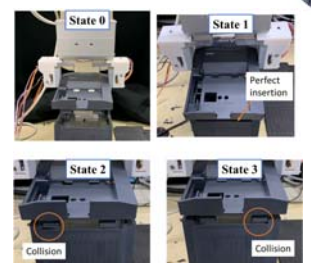
Hisyam Rosle
Universiti Malaysia Perlis



Contact State Classification



Experimental setup using 6-axis arm: classification of contact states with electrical converter



Contact state definition.
Successful state: State 1
Failure state: State 2 and 3

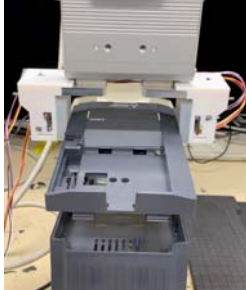
Magnetic-based Tactile Sensing



The arm moved upward once failure state (State 2 and 3) was detected



State 2 (Left collision)



State 3 (Right collision)