

M-5

# 器用なロボットのための把持によらない物体操作 Manipulation of incomplete grasping for dexterous robots

榎田 諭(横浜国立大学 前田研究室)

Satoshi MAKITA (Yokohama National University, Maeda Lab)

Abstract: ロボットが人の代わりにさまざまな作業をこなすためには、現在のロボット・マニピュレーションの大部分である「把持」だけでは不可能ないし困難な場合がある。そこで本研究ではその補完的役割を果たす「把持によらない物体操作」の例として、環境との接触を利用して物体を操る「グラスプレス・マニピュレーション」と、位置制御されたロボットによって幾何学的に物体を拘束する「ケーシング」を扱い、技術の確立を目指す。

## グラスプレス・マニピュレーション(Graspless manipulation)

環境との接触を利用することで、物体を持ち上げないまま操作する。

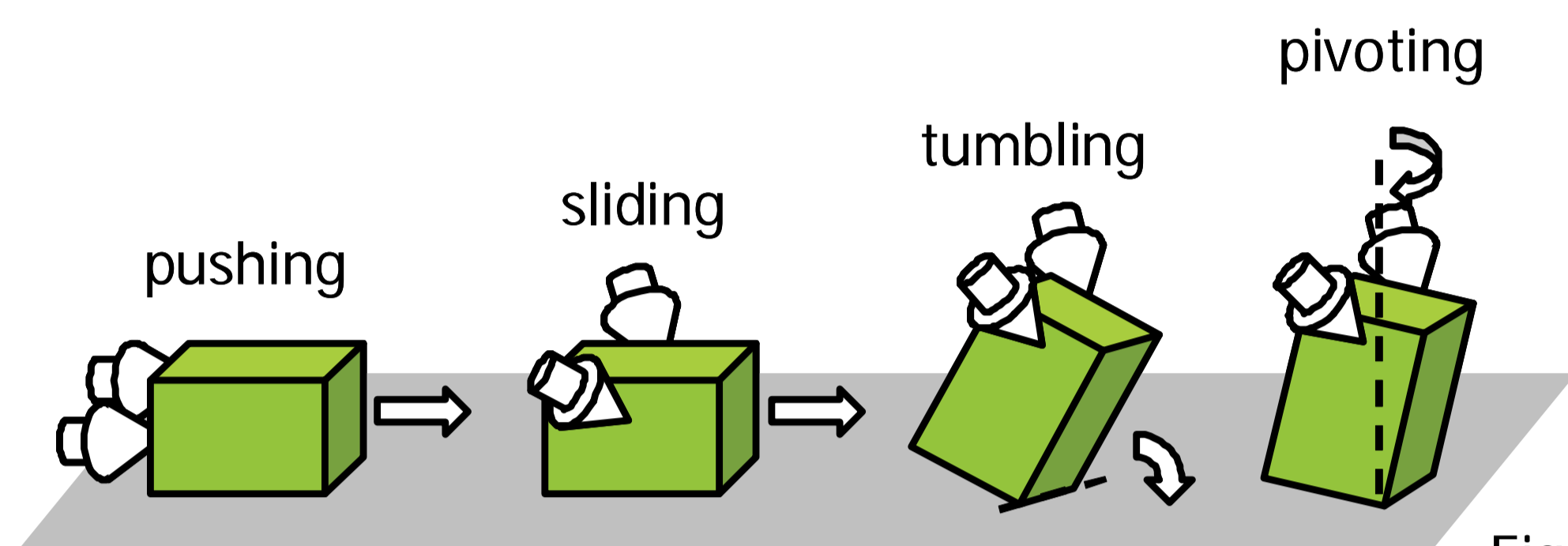


Fig. 1: Graspless manipulation

### 利点

- 可搬重量以上の物体を操ることができる → 扱うことのできる物体が増える
- 把持が不可能な状態でも物体を操ることができる → さまざまな環境下で物体を操れる

### 課題

- 外乱の影響を受けやすく、操作が不安定になることがある (拘束が不完全な場合があるため)

### これまでの取り組み

- 操作が確実にできるかどうかを定量的に評価する手法を提案 (外乱に対してどの程度まで耐えることができるか)
- マニピュレーション時の最適関節トルク計算法の構築(改良中)

## cf. 把持(Grasping)

- 掴んで物体を拘束する (ex. 指先把持, パワーグリップ)

### 主な動作

- 掴んで運ぶ
- 持ち替えて操る

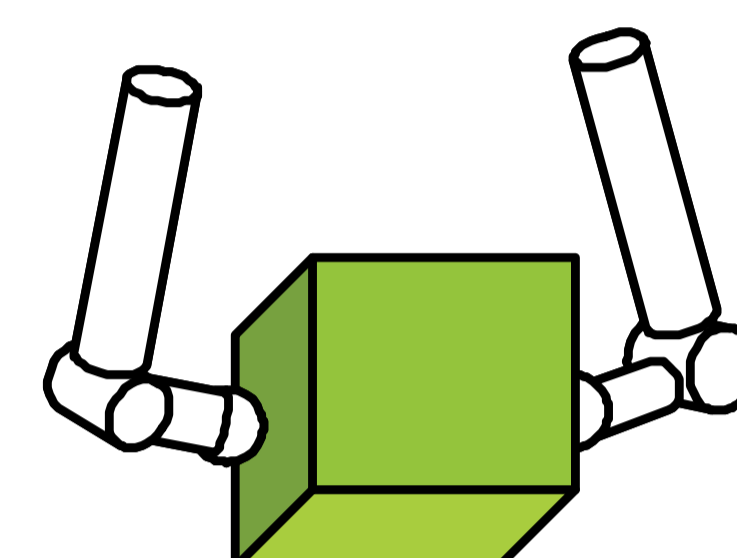


Fig. 2: Grasping

### 課題

- 把持を行えない環境で物体を扱えない
- ロボット重量に対して可搬重量が小さい
- カセンシング, 力制御が不可欠

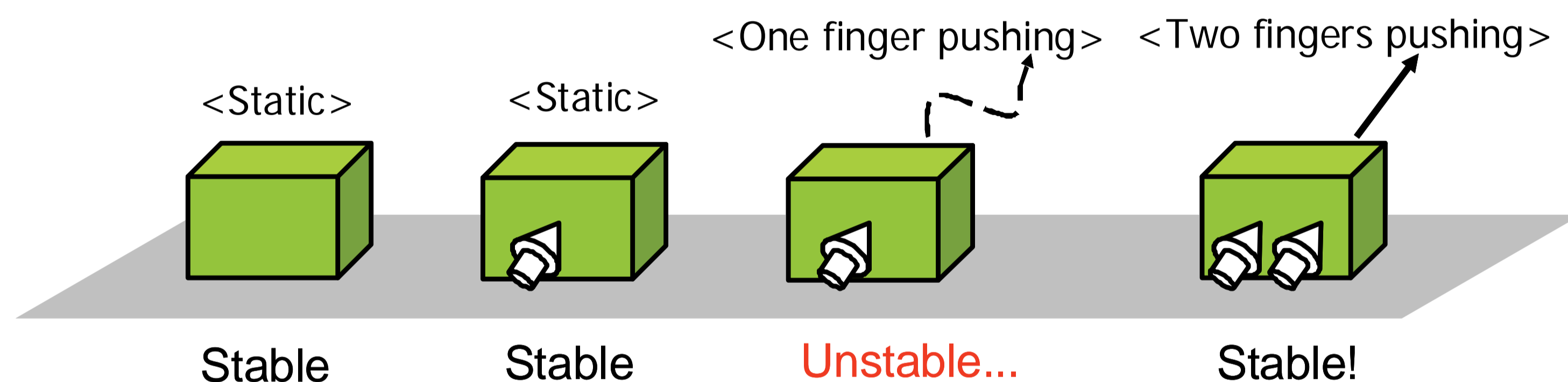


Fig. 3: Stability of graspless manipulation (pushing a cuboid by robot finger(s))

## 多指ハンドによるケーシング(Multifingered caging)

物体をロボットで囲いこみ、逃げられないように拘束する。

### 利点

- 力制御が不要で、位置制御のみで物体を拘束できる → 制御が簡単になる
- 低自由度のハンドでも物体を拘束できる → ロボットの構造が単純にできる
- いったん拘束してしまえば、自由に搬送できる → 把持とほぼ同等に扱える

### 課題

- 計算量が多い(あらゆる位置・姿勢でも抜け出せないように指を配置する)
- ケーシング中の対象物の位置・姿勢が定まらない(有限の動ける範囲があるため)

### これまでの取り組み

- ケーシング成立のための十分条件の導出(対象物:球, リング状物体)

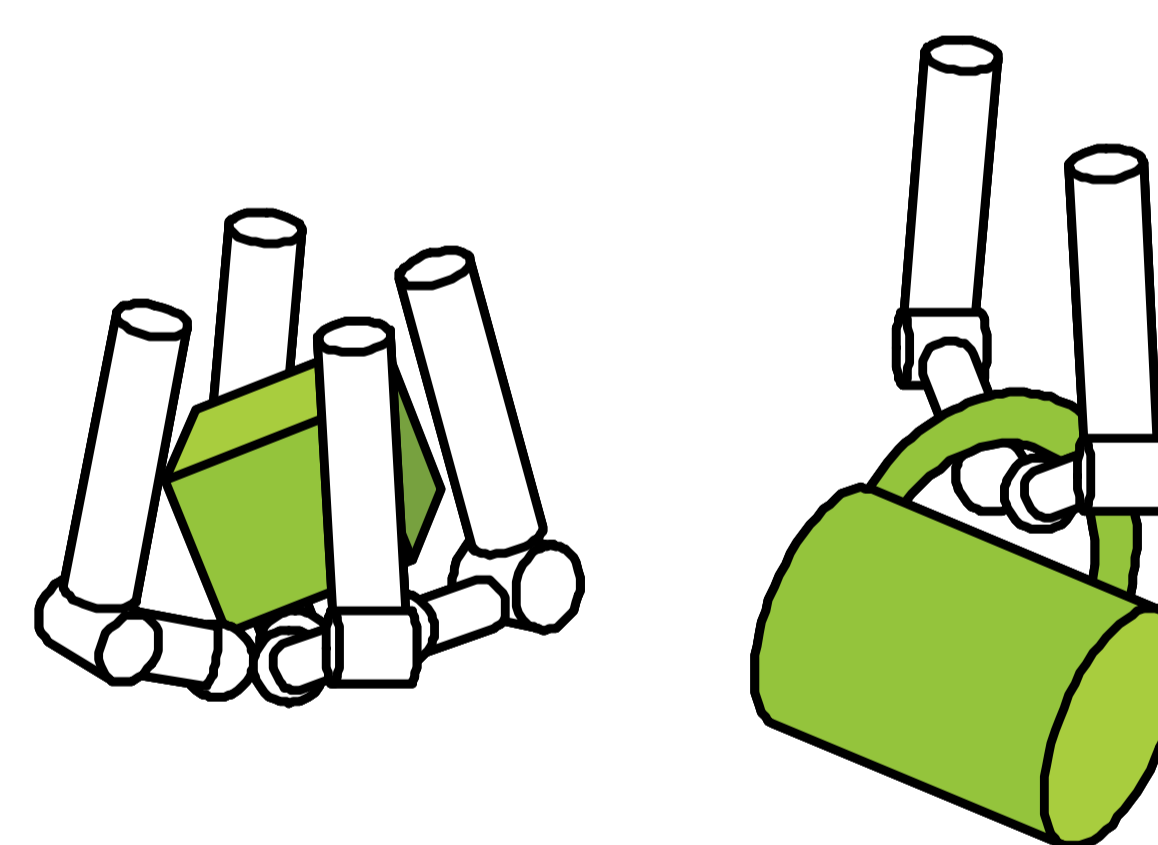


Fig. 4: Multifingered caging

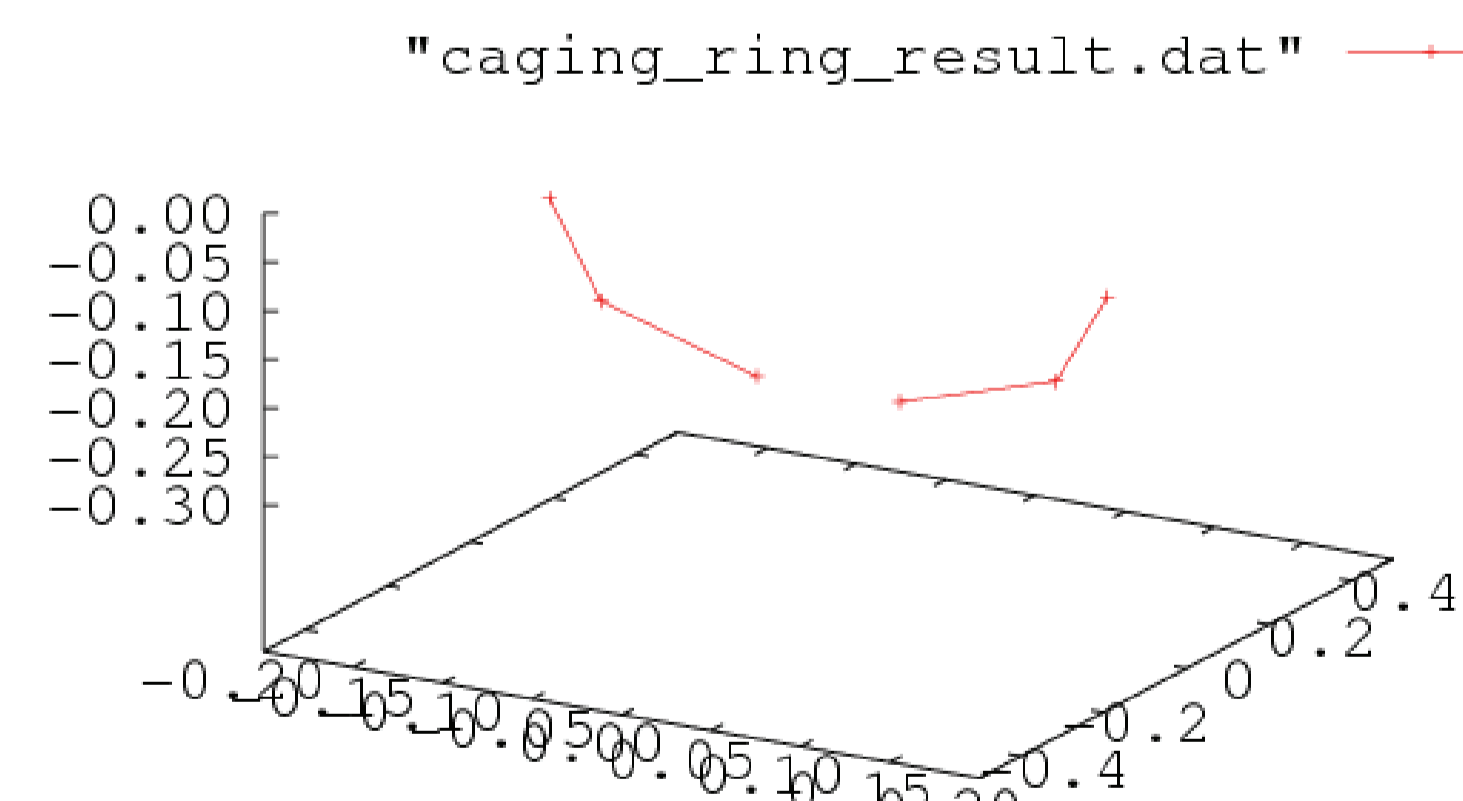


Fig. 5: Example of finger position and orientation (caging a ring-like object)

## ロボットマニピュレーションはより多彩に

- 把持と組み合わせることによって、より巧みな物体操作ができる (ex. 本棚から本を取り出す, 物体を持ちやすい状態に移動させる, など)
- 把持の難しい物体を扱うことができる (ex. 重量物の搬送, 複雑な形状の物体)

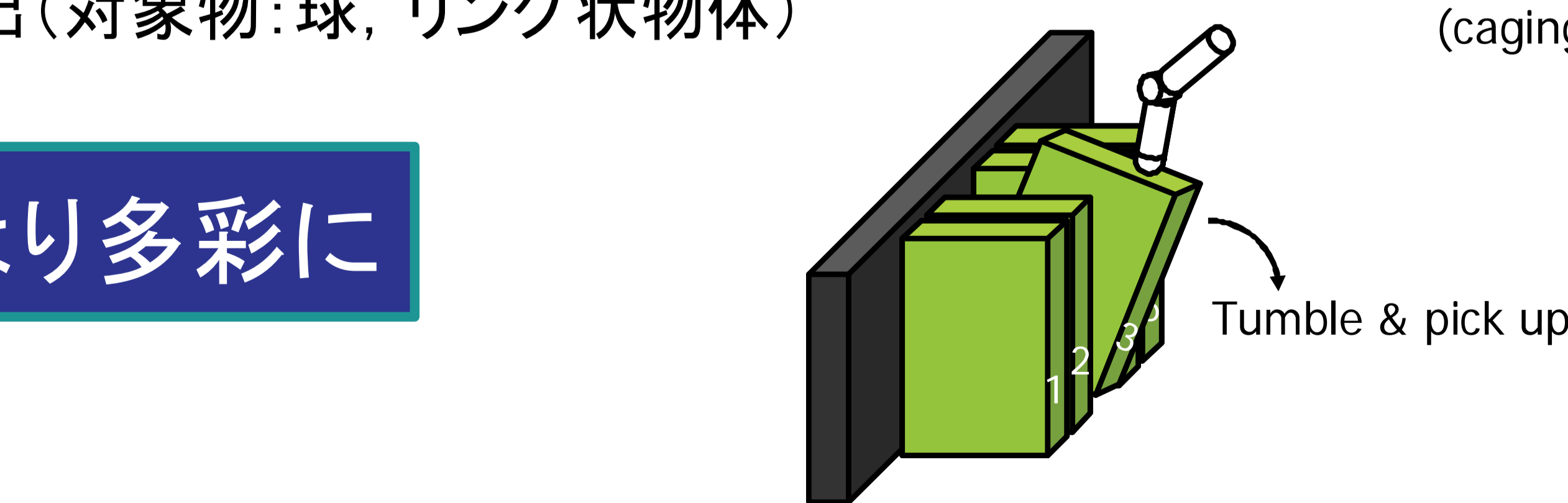


Fig. 7: Combination of graspless manipulation and grasping

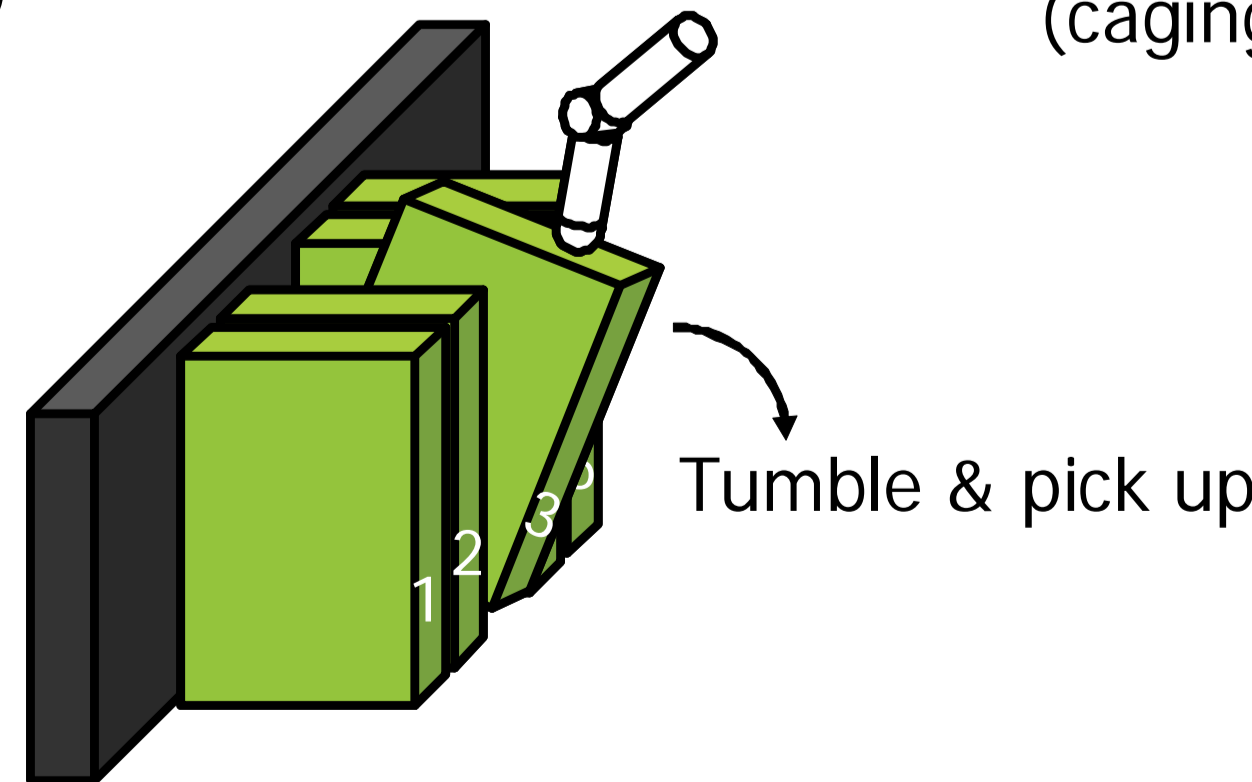


Fig. 6: I'd like to get the No. 3 book



榎田 諭 (MAKITA, Satoshi)  
 横浜国立大学 大学院工学府 特別研究員  
 横浜国立大学 大学院工学府 システム統合工学専攻  
 機械システム工学コース 前田研究室  
 makita@iir.me.ynu.ac.jp  
 http://www.iir.me.ynu.ac.jp/~makita