

ロボットの科学技術 (遠隔配信版)

特異点とは

担当：三上貞芳

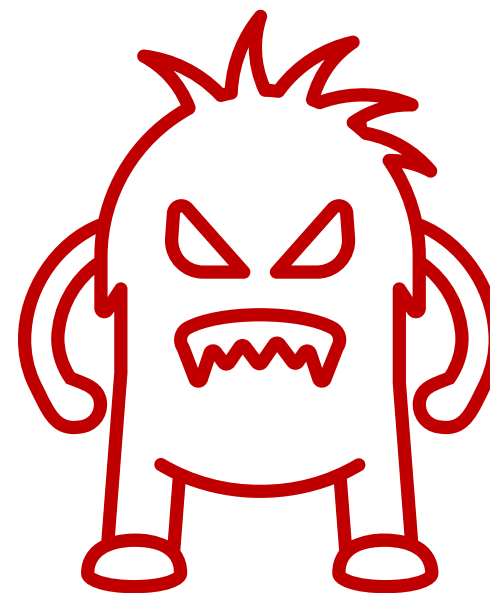
研究棟607室, s_mikami@fun.ac.jp

授業サイト<http://hope.c.fun.ac.jp/>

特異点, そして暴走の理由

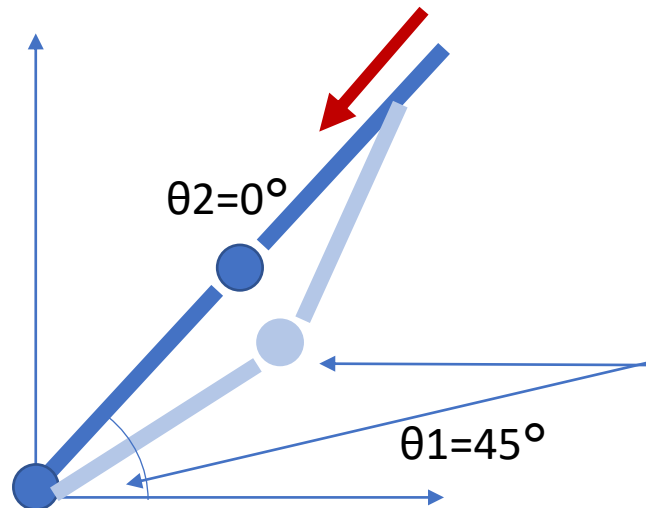
数式で説明する最後の部分です.

重要なポイントなので, 辛抱して話を聞いてください



マニピュレータの落とし穴（特異点）

- 作業空間では、姿勢によっては「動かさない/動かしてはいけない」方向がある
- 「**特異点**（特異姿勢/singular configuration）」と呼ばれている



特異姿勢の例：

この向きに根元に向かってアーム先端を下げることは「**指示してはいけない**」

この関節がものすごい速度で回転する可能性がある

Proximity sensor handling enabled
Vision sensor handling enabled (FBO)
IK group handling enabled
Mechanism handling enabled
Dynamics handling enabled (Bullet 2.78)
Mill handling enabled

Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)
Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)
Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)
Calculation pas
Calculations: 0,

特異点通過の警告が表示されたり、ロボットが振動したり、突然スピードを増したりする挙動が見れるはずですが

(3)ハンド先端をx方向、あるいはy方向前後にそっと動かしてみてください

(2)45度くらいに設定

IRB140 user interface

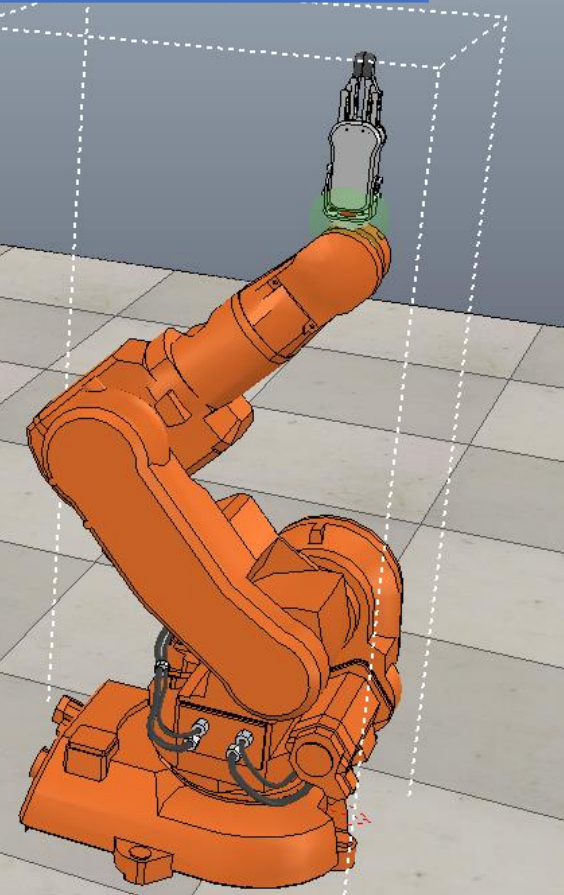
joint space vel. [slider at 0.0]

workspace vel. [slider at 0.0]

inverse kinematics

x	-0.373	+	alpha	-180.0	+
y	0.000	+	beta	0.0	+
z	0.284	+	gamma	180.0	+

(1) 45度くらいに設定



Model browser

- components
- equipment
- examples
- furniture
- household
- infrastructure
- nature
- office items
- other
- people
- robots
 - mobile
 - non-mobile**
- tools
- vehicles

7 DoF manipulator.ttm

ABB IRB 140.ttm

new scene

Selected objects: 1

Last selected object name: IRB140

Last selected object type: Shape (multishape, non-pure)

Last selected object position: x: +0.0310 y: -0.4750 z: +0.0771

Last selected object orientation: a: -000.00 b: +000.00 q: -000.00

Simulation time: 00:00:20.70 (dt=50.0 ms)

Simulation scripts called/resumed: main: 1 (13 ms), non-threaded: 3 (3 ms), running threads: 0 (0 ms)

Collision handling enabled: Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)

Distance handling enabled: Calculations: 0 (0 ms)

Proximity sensor handling enabled: Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)

Vision sensor handling enabled (FBO): Calculations: 0, detections: 0 (0 ms)

IK group handling enabled: Calculations: 0 (0 ms)

Dynamics handling enabled (Bullet 2.78): Calculation passes: 10 (8 ms)

IRB140 user interface

joint space vel. [Slider]

workspace vel. [Slider]

inverse kinematics

x	- 0.000 +	alpha	- 0.0 +
y	- 0.000 +	beta	- 0.0 +
z	- 0.000 +	gamma	- 0.0 +

simulation stopping...
Simulation stopped.
Simulation started.

Input Lua code here, or type "help()" (use TAB...)

Sandbox script

マニピュレータの落とし穴（特異点）

- 「作業空間」で指示を行うときに、こういうことが起きる
- その方向に動かすハンドの**速度**を実現するために、各関節の関節角速度を計算する「**逆運動学**」の計算過程で、ある姿勢の場合には、「0に近い数値で割り算を行う」ことが生じてしまう
- すると、非常に**大きな速度で回転を始める**などの変な挙動が起きる
- マニピュレータを動かす経路には、絶対「特異点」を含めてはいけない
- そのためには、マニピュレータの速度を制御する「**速度制御**」について理解する必要がある