人型ロボットの無重力空間における

姿勢制御と物体追従

Object Motion Tracking and Postural Variations Along an Arbitrary Axis With a Humanoid Robot in Zero Gravity 東京都市大学

○西澤 佳隼 金宮 好和 佐藤 大祐

研究背景

- 危険が伴う宇宙船外活動
 - スペースデブリの衝突
 - 宇宙服の破損
 - 宇宙空間での漂流

宇宙飛行士に代わる 人型ロボットを投入

■ 無重力空間における作業の問題

固定点が得られない

- 動作反力により姿勢が変化
- 外力による姿勢変化が不可

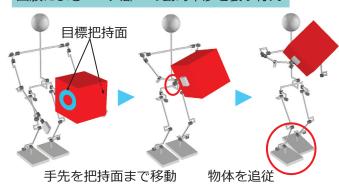
人型ロボットの物体追従

■ 反動零空間法によるベース部制御

$$\dot{m{ heta}}^{ref} = m{H}_B^+(-m{I}_Bm{\omega}_B^{ref}) + m{N}(m{H}_B)\dot{m{ heta}}_H$$

干渉慣性行列 $m{H}_B$ の零空間

四肢によるベース部への動的干渉を表す行列



ベース部に腕部の 動作反力が生じる

脚部で動作反力 を打ち消す

■ 手先での物体追従

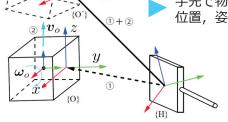
$$egin{aligned} oldsymbol{v}_H^{ref} = & oldsymbol{v}_{H_o}^{des} + oldsymbol{v}_o + oldsymbol{[r^ ext{M}]\omega_o}}{oldsymbol{v}_H^{des}} + oldsymbol{K}_p ig(oldsymbol{r}_{H_o}^{des} + oldsymbol{r}_o - oldsymbol{r}_H ig) \end{aligned}$$

r:中心から把持面までの距離

$$oldsymbol{\omega}_{H}^{ref} = oldsymbol{\omega}_{H_o}^{des} + oldsymbol{\omega}_o + oldsymbol{K}_o oldsymbol{\left(oldsymbol{\xi}_{H_o}^{des} + oldsymbol{\xi}_o - oldsymbol{\xi}_H
ight)}{oldsymbol{\xi}_{H}^{des}}$$

①手先から把持面までの軌道生成 ②手先に物体の現在速度を与える

手先で物体の 位置,姿勢を追従



四肢を用いたベース部姿勢変化

■ 角運動量保存則によるベース部回転

システム全体の角運動量保存則

$$oldsymbol{l}_C = oldsymbol{I}_C oldsymbol{\omega}_B + oldsymbol{H}_C \dot{oldsymbol{ heta}}$$

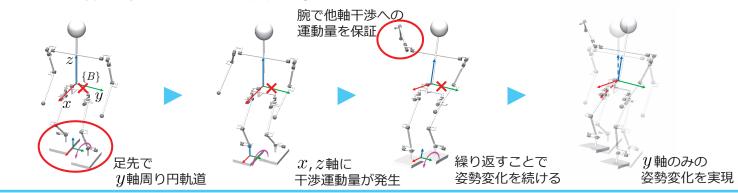
Selective Reaction Null Space

$$\dot{oldsymbol{ heta}} = -oldsymbol{H}_{C_{xz}}^+ \left(oldsymbol{I}_{C_{xz}} oldsymbol{\omega}_{B_{xz}}
ight) + oldsymbol{N}(oldsymbol{H}_{C_{xz}}) \dot{oldsymbol{ heta}}_a$$

重心周りの角運動量四肢による干渉角運動量

姿勢を維持するための腕部動作 目標軸回転のみを発生させる動作

ベース部姿勢変化による作業範囲の拡大



結言

まとめ

- 反動零空間法を用いてベース部と四肢の非干渉化および移動物体の追従
- ベース部の任意軸における姿勢変化

18SY0003/0000-0615 © 2018 SICE