



ソフトウェアセッション 高速歩行のポイント

はじめ研究所
坂本 元

はじめに

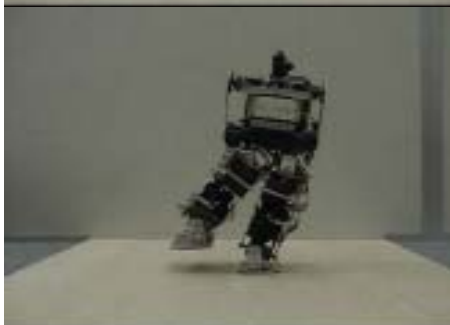
- 静歩行から高速歩行まで、はじめロボットの歩行を紹介し、高速歩行のポイントを説明する。



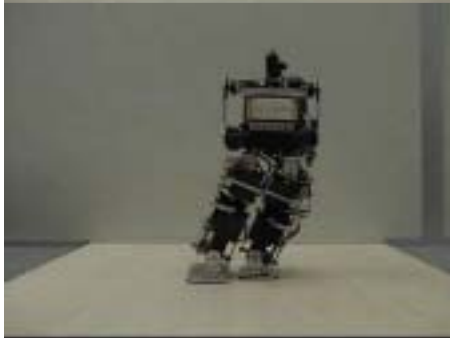
静歩行の歩き方



(1)左足に
重心移動



(2)右足を
上げる



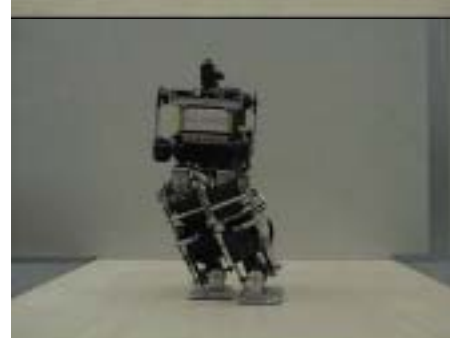
(3)右足を
下げる



(4)右足に
重心移動



(5)左足を
上げる



(6)左足を
下げる

静歩行

- 式号機 (2002年8月開発) の静歩行
- 重心移動 1.5秒
- 足の上げ下げ 2.2秒
- 足の高さ 25mm
- 歩幅 35mm
- 左右移動量 $\pm 48\text{mm}$
 - 一歩3.7秒
 - 歩行速度 9.5mm/sec





ラジコン用サーボの速度限界

- ラジコン用サーボの仕様
 - PDS-2144FET(KO) 0.13sec/60deg
 - S5050(フタバ) 0.2sec/60deg
- 弐号機の静歩行では、サーボの性能(スピード)を生かしていなかった。

一歩0.3 ~ 0.4秒までは可能なはず！
高速歩行へ...

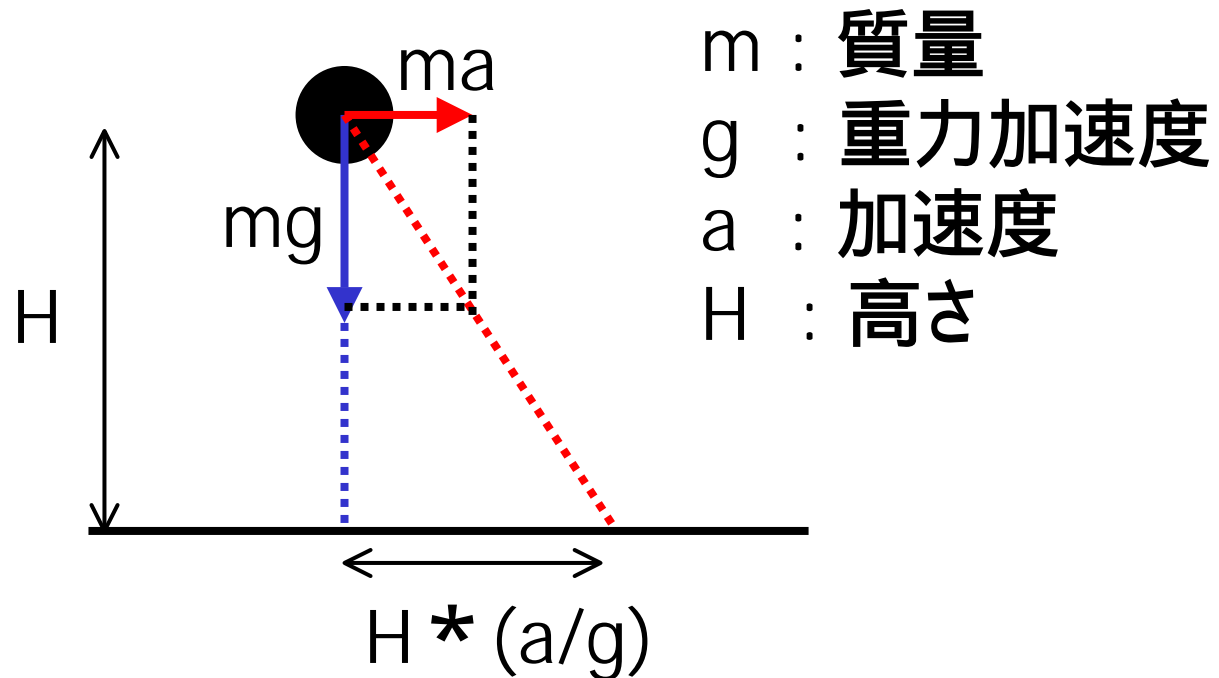


重心移動を0秒に近づける

- 横方向に倒れた。慣性力が大きくなるため、重心移動量を小さくする必要がある。
- 加速度を考慮した重心移動量 / パターンを求めた。
- 定常歩行時には前後方向の速度を一定 (加速度を0) と仮定し、左右方向の重心移動のみを考慮した。

ゼロモーメントポイント

- 加速度を考慮したときの重心からのずれ = $H * (a/g)$



高速歩行

- 5号機A (2003年7月開発) の歩行
- 重心移動 0秒
- 足の上げ下げ 0.2秒
- 足の高さ 18mm
- 歩幅 60mm
- 左右移動量 $\pm 12\text{mm}$
一歩0.2秒
歩行速度 300mm/sec



高速歩行の歩き方(1)



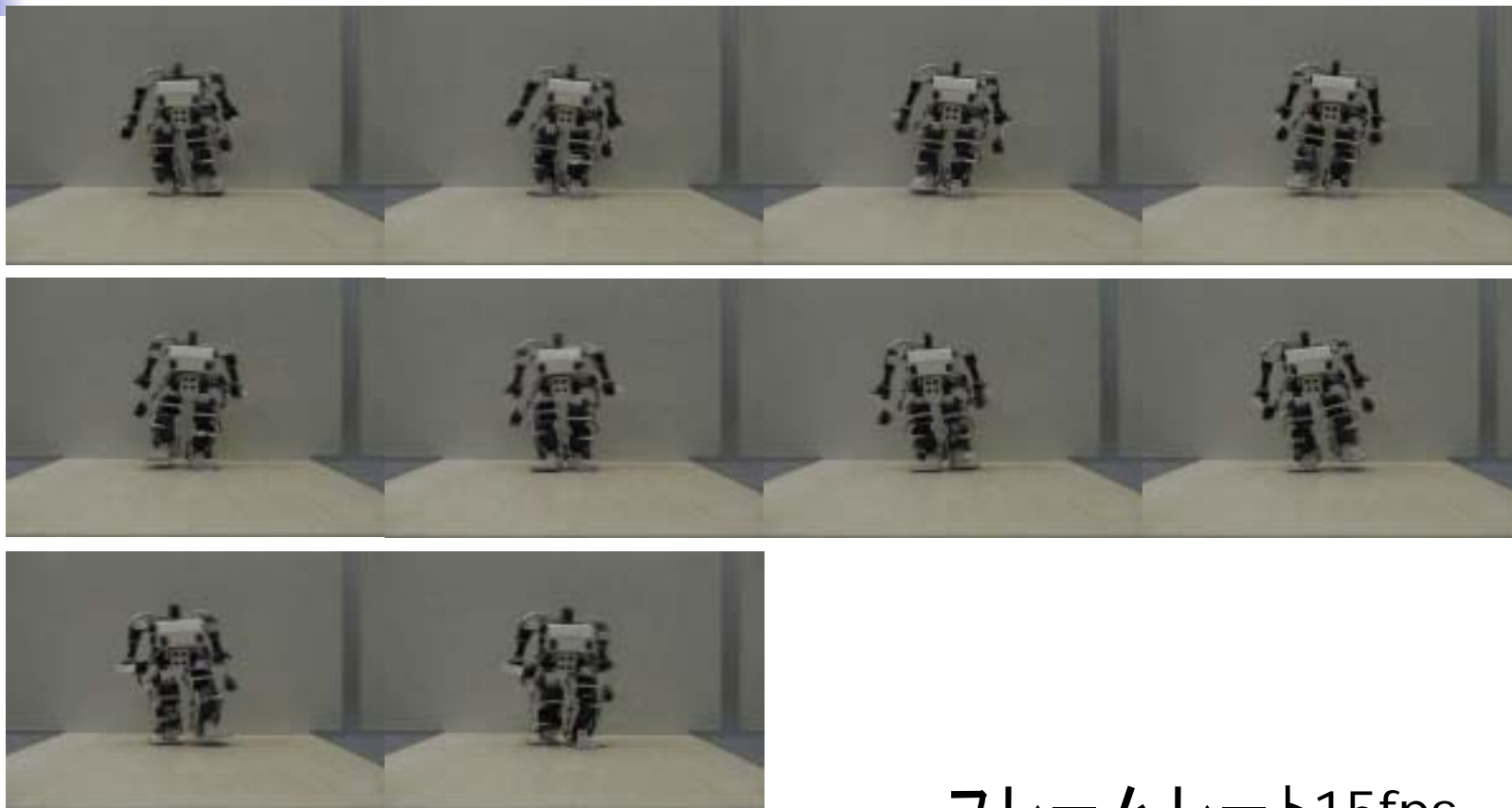
(1)右足を
上げる
(頂上で右
側に重心
移動開始)

(2)右足を
下げる

(3)左足を
上げる
(頂上で左
側に重心
移動開始)

(4)左足を
下げる

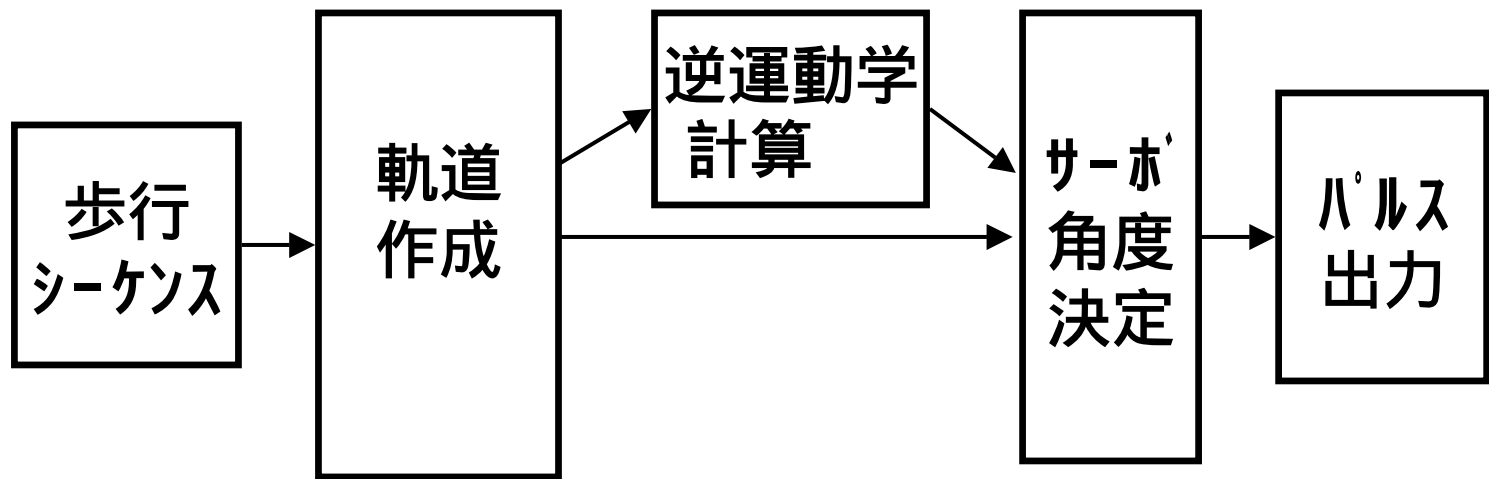
高速歩行の歩き方(2)



フレームレート15fps

ソフトウェア構造

- 足先のXYZ座標を指定し、逆運動学にて関節角度を求めている。



計算高速化のため、軌道およびsin関数はテーブル



歩行の調整

- 直立姿勢、歩行準備(ひざ曲げ)姿勢で、脚部は正確に原点調整を行う。機体の剛性、重心バランスの確認。
- 足踏み動作で、片足を上げたときの脚部の剛性、左右重心移動量の確認。
- 歩行動作はプログラムしているので、パラメータ調整のみ。

高速歩行すると...

- 足の慣性力による影響が出てくる。着地時に床からの反発力が大きくなる。腕や上体で打ち消す。ジャイロで揺れを抑える。
- すべる。足裏のゴムでグリップさせる。
- 歩行のスタート、ストップ、曲がる時にバランスが崩れる。速度変化をゆるやかにする。
- 足首にかかる力の負担が増えた。ベルトの張りを強化(5号機A)。
- サーボの消費電流が増える。



おわりに

- 静歩行から高速歩行まで、はじめロボットの歩行を紹介し、高速歩行のポイントを説明した。
- 高速歩行は、加速度を考慮した重心移動により実現できた。
- 自分の歩行を観察し、もっとよい歩行を生み出してみよう。