

自立型二足ロボットの開発 (ファジィ制御の応用)

東北学院大学工学部

高橋 敏

Development of the Self-Contained Biped Robot
(Application of Fuzzy Logic Control)

Faculty of Engineering, ToHoKu GaKuIn UNIV.

緒言

歩行ロボットで安定制御が難しいのは、二足歩行ロボットである。当研究室で開発した二足歩行ロボットは、二足の上部にバランサーを取り付け、安定制御で歩行させた。

このバランサーは左右に動く台車から構成されている。この台車にはプログラム(歩行の)内蔵のワンボードマイコン、アクチュエータ(この場合ステップモータ、小型D.Cモータ、リレー)をドライブするドライバ回路基板が搭載されている。バランサーの動作は小型D.Cモータ(マブチモータ)で運転した。しかし各関節の動きを制御するのは、回転型ステップモータであるので制御の安定性を考えてバランサー用D.Cモータを今回はリニアステップモータにした。

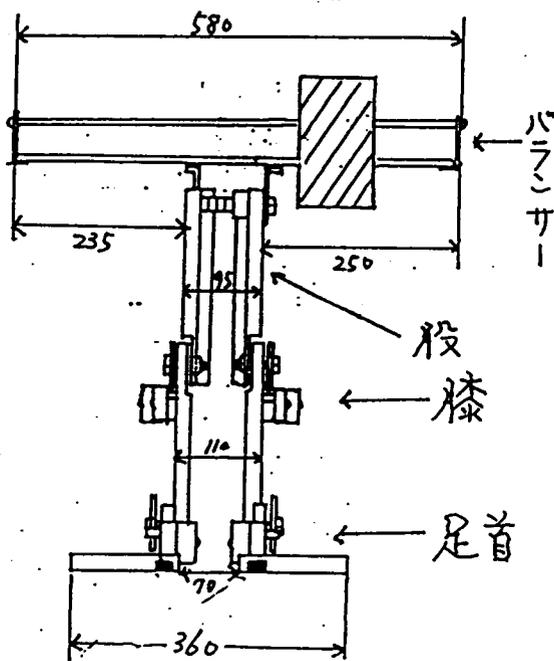
従って、関節制御用として5個の回転型ステップモータ、バランサーに1個のリニアステップモータから構成した

れたので 6 自由度の二足歩行ロボットと言えらる。
 ニ次元型(1,0)マイコンなので、プログラムに従ってスムーズに動作するが、平面ではなく凸凹面とから軟かい地面を歩行することは無理である。そこで凸凹面とか、軟かい面とかをロボットが判断しなければならぬ。すなわち自己判断、自己処理する能力を備えた自立型ロボットを開発しようと思ひてゐる。

この自立型 (self-contained) 二足ロボットの制御ソフト(プログラム)は二次元型では不十分で「あいまい制御」(Fuzzy Logic Control)が適切であろう。このような予断から表題の研究に取り組んでゐる。

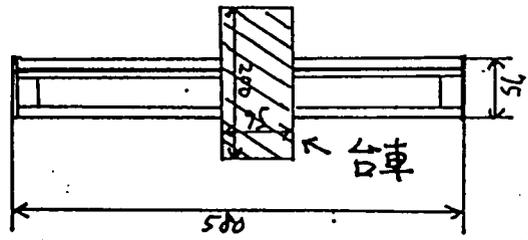
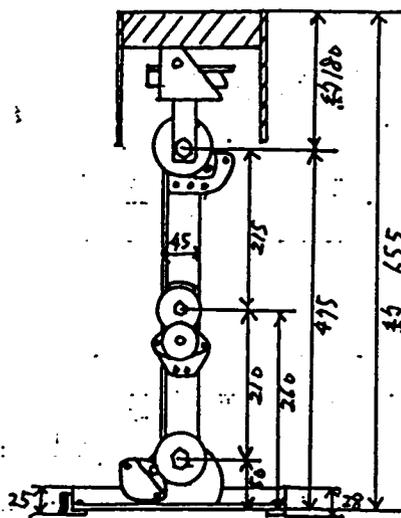
本論

(1) 製作したロボットの構成



正面図

製作した二足ロボットの構成の正面図を示す。両足首にステップモータ各1ヶ、両膝にステップモータ各1ヶ、股に相当する部分には1ヶのステップモータ、バランスの台車を動かすのにD.Cモータ(マブチモータ)1ヶで構成する。



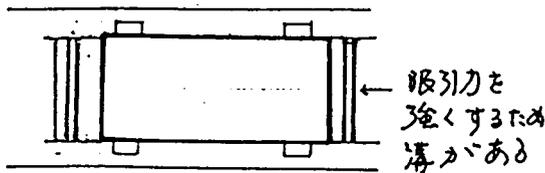
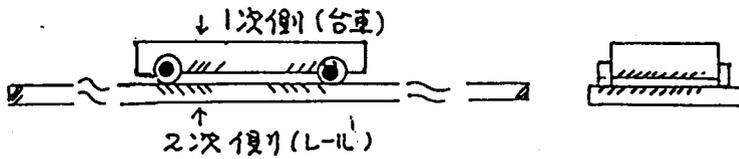
-balancer (top view)

○ Balancer's cart is a motor-driven two-rail rubber-tired wheel.

Side View

From the construction drawing, it is clear that the feet are flat feet. Soft movement, corresponding to various ground conditions, is under modification.

In the front view, this time the balancer is replaced with a linear stepping motor.



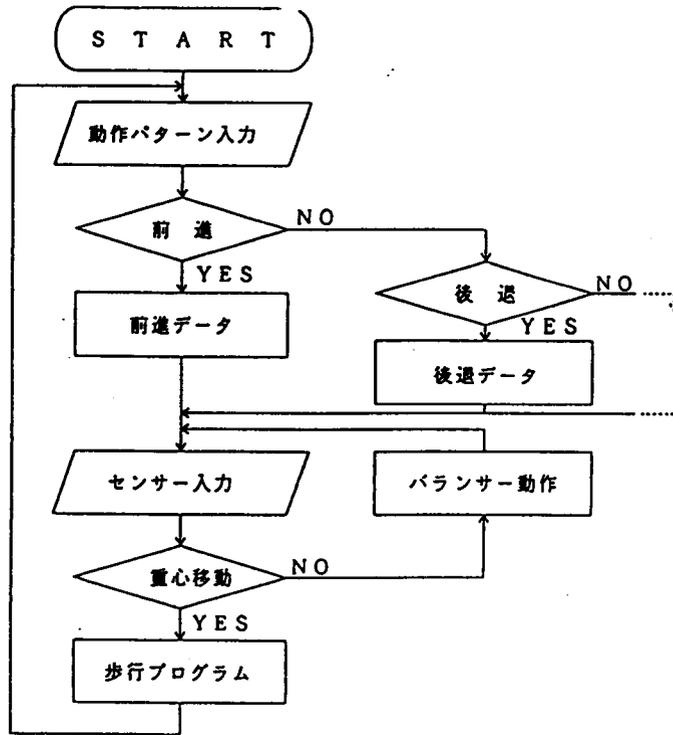
Linear stepping motor used for balancer

The linear stepping motor's secondary side is a rail with grooves to increase suction force, and the primary side is a rubber-tired wheel cart (movement by wheels). See diagram for reference.

(ロ) ソフトウェア

(a) マシン語プログラム

自由度 6 の二足歩行ロボットを歩行するためソフトウェアとしてマシン語によるプログラムで実行した。そのフローチャーは次に示した



ように「重心移動」を判断し「バランサー」を動作させ安定歩行制御させた。「バランサー」と歩行動作が一致しないと不安定となりロボットは倒立してしまう。

(b) ファジィソフト

今回、厚意による財団からの助成金で開発しようとしたのが ① バランサー動作をリアパルスモータにして 駆動源を全てパルスモータ化すること ② ソフトはどんな地面でも安定した歩行をさせるため FUZZY Logic を応用することである。

① については前述した通りである。

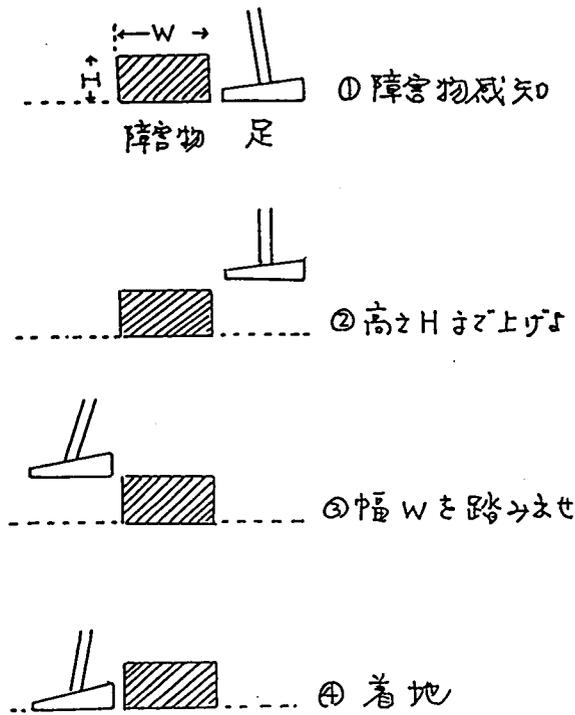
② については未完成である。

ファジィソフトについて簡単に述べる。

ファジィ論理は 1,0 の判定でプログラムを動かすのではなく、例えは

ロボットの足先が障害物に触れたら、もも足を上げよ。適切な高さまで上げたら一歩踏みませよ。

とこの状態を数量化したものである。状態の数量化を細分化すればある程度細かい制御が得られる。



すなわち図で示すと左図のようになる。

- 条件
- ① 障害物感知
 - ② 高さHまで上げよ
 - ③ 幅Wを踏みませ
 - ④ 着地させよ

結果

- Ⓐ 足を上げる
モータ回せ
- Ⓑ Hになるまで
モータ回せ
- Ⓒ Wを踏みませ
モータ回せ
- Ⓓ 着地させる
モータ回せ

すなわち 条件～結論を数量化して制御するのが Fuzzy control である

IF ① THEN Ⓐ , IF ② THEN Ⓑ

IF ③ THEN Ⓒ , IF ④ THEN Ⓓ

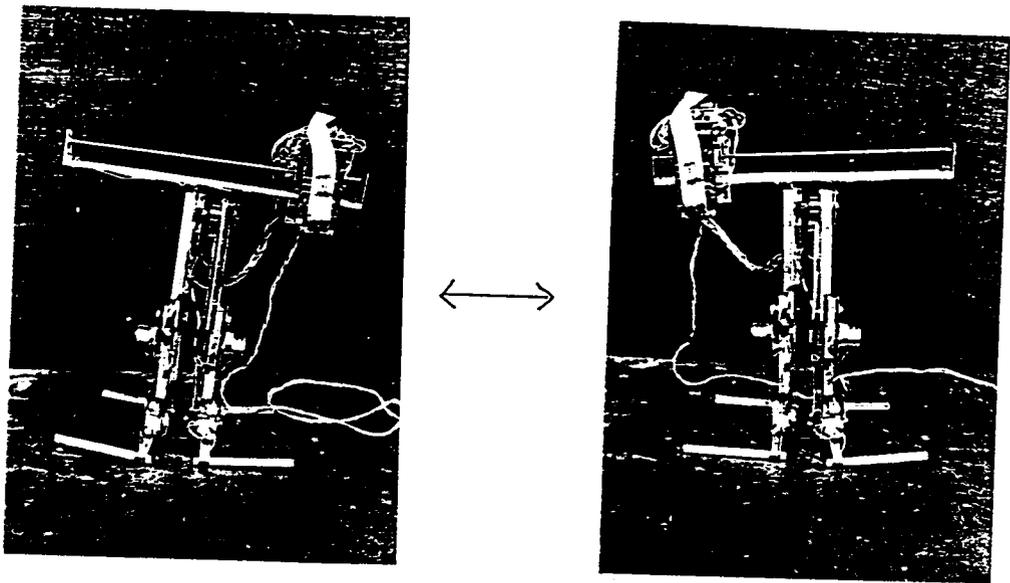
従って 条件と結論 (IF ~ THEN ~) を数量化したのを数多く設ければ設けるほど 状況に応じた判断動作ができる。このソフトウェアとハードウェアをうまく一致させた自立型二足ロボット開発の目的である。

結言. まだ不十分な開発状況であるが、遂に完成された。ハード面では軽量化も考えることも今後の課題である。

ソフト面では未完成要素が多い。すなわちモータのように動きのあるのを制御するのに IF ~ THEN ~ のようなベーシック語を使用するとロボットの動きとプログラム処理の時間差があり一致しないことである。ベーシックにより FUZZY Control のソフトと併行してマシン語による FUZZY ソフトの開発が今後の課題である。

この未熟な者に対し 石田記念財団から助成金を与えられたことは、研究と教育に一層励みとの無言の激励と痛感致してあります。理事長である 佐藤利三郎先生はじめ 石田記念財団、大井電気(株)の皆様には感謝致します。

D.C MOTOR 付 バランサー



二足ロボットの歩行

