T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題	完全自律型索状能動体"ACM-R1"の開発
Title	
著者	遠藤玄, 広瀬茂男
Author	Gen Endo, SHIGEO HIROSE
掲載誌/書名	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'97講演論文集, Vol. A, No. , pp. 309-310
Journal/Book name	, Vol. A, No. , pp. 309-310
発行日 / Issue date	1997,
URL	http://www.jsme.or.jp/publish/transact/index.html
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は日本機械学会に帰属します。
Note	このファイルは著者（最終）版です。 This file is author (final) version.

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

完全自律型索状能動体“ACM-R1”の開発

The Development of Selfsustained Active Cord-Mechanism "ACM-R1"

正　広瀬茂男（東京工業大学）　　○学　遠藤　玄（東京工業大学）

Shigeo HIROSE, Gen Endo, Tokyo Institute of Technology,
2-12-1 Ookayame Meguro-ku Tokyo

Abstract - We developed Selfsustained Active Cord-Mechanism "ACM-R1" using the principles of a serpentine movement on level ground. The entire length of the device is 2.4 m, and it has 16 joints. Each joint consists of servo-mechanisms that can bend to the left and right. Casters were installed along the direction of the body, and characteristics were added that make it easy to slide in the direction of the torso and difficult to slide in the normal direction.The propulsion motion was conducted by inputting command values which impart sinusoidal bending motions to the head joint servo-mechanism, and that bending signal was shifted at a fixed speed to the following joint servo-mechanisms. All batteries and electric circuits are installed on it and that makes it controllable by radio control system.The control computer is one-board micro-computer which can easily be programmed by BASIC from PC. It is demonstrated by the experiments that ACM-R1 moved at a speed of approximately 1.0 m/s.

Key Words :*Serpentine Movement, Active Cord-Mechanism,Selfsustained, ACM-R1*

1　はじめに

ヘビは足がないのになぜ進むことが出来るのか？

本研究室ではヘビの移動原理を明らかにするために、今までに生物工学的な運動解析を行ってきた。さらに、体幹全体がくねることによって平面上を滑走する機械モデルを構成し、実証実験を行った。しかし、過去に開発された索状能動体ACMは制御信号、電源などを外部から有線で供給しており、それゆえ、移動体としての十分な機能を発揮することが困難であった。また、移動体の機能を考えると、広範囲の移動のためには無線による操縦のシステムは重要であると思われる。

今回新たに開発したACM-R1は制御用計算機、電源を本体に搭載しており、無線により指令値を送ることにより、滑走の速度、方向、滑走の振幅を制御することが可能である。

本論文では開発したACM-R1の機構、制御系の構成およびその推進制御法について述べるとともに、その推進実験について述べる。

2　機構

ACM-R1は２次元平面上を滑走することを目的としている。従って推進に必要な屈曲の自由度は滑走平面に対して垂直な軸周りのみとなる。ACM-R1は全16節からなり、各ユニットにそれぞれ屈曲のためのアクチュエータが装備されている。(Fig.2)

ヘビは接地面において、体軸方向には滑りやすく、それに直交する向きには滑りにくい、という摩擦特性を有しており、それを利用することで推進力を得ている。硬平地上でこの特性を得ることの出来る機械要素として車輪を用いた。車輪には駆動力は装備されておらず、体軸方向に対して回転自在に取り付けられている。車輪は各節の屈曲角度の1/2になるようにギヤの歯数が調整されている。(Fig.3)

各節は板バネによるサスペンション機構で連結されており、各節にかかる荷重を均等化すると共に、走行路面に対する対地適応性を確保している。

諸元をTable1に示す。

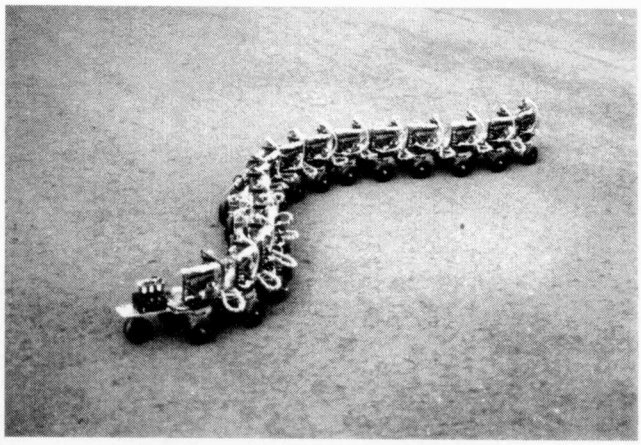

Fig.1 Overview of ACM-R1

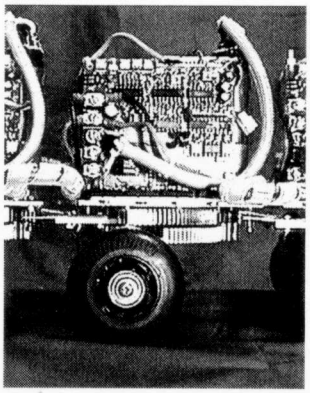

Fig.2 Side view of a unit.

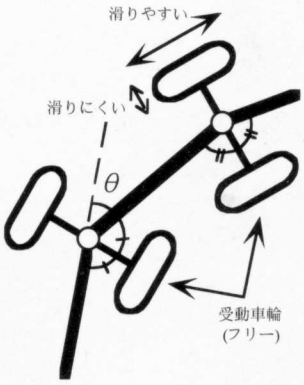

Fig.3 Angle of caster

Dimension	2400×175×220 (mm)
Weight	23 (kg)
Velocity	1.0 (m/s)
Motor	50W DC servo motor(日邦電機) ×16
Battery	Ni-Cd 19.2V-7Ah

Fig.4 Specifications of ACM-R1

3 システム構成

システム構成をFig.4に示す。

まず、無線により、滑走の方向、速度、および滑走の振幅のパラメータを送る。このパラメータを元に制御計算機で各節へ角度指令値を計算する。

各節には本研究室で開発されたDCサーボモータ駆動回路（Titech Robot Driver）が搭載されている。本回路により各節ごとに回路的に屈曲角度の位置制御を行っている。このように各節をローカルに位置制御することで計算機は各節へ指令値のみを送るだけでよく、計算負荷を大幅に減らすことが可能となった。

制御計算機は小型ワンボードマイコン（Parallax社 Basic Stamp II）を2個使用しており、相互にシリアル通信を行うことで指令値の演算および出力を行っている。制御周期はおよそ150msとなっている。また本マイコンボードは実装したままPCからBASICによるプログラム開発が直接行える。このことにより、走行試験を繰り返し行いながら容易に制御プログラムを開発することが可能である。

電源は各節に1.2V-7AhのNi-Cd電池を搭載し、これを直列に繋ぐことで19.2V-7Ahのバッテリーを構成している。この電源によりリノリューム板上ではおよそ30分の動作が可能である。

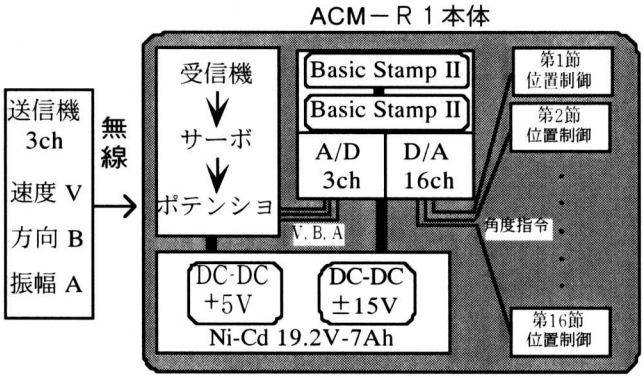

Fig.5 Configulation of the control system

4 制御法

ヘビの解剖学的知見および筋肉生理学的考察より、各関節角は正弦波的に屈曲すると考えられる。また滑走形態を変えずに定常速度で滑走する場合を考えると、各節の間に一定の位相遅れを保ちながら振動的な屈曲運動を持続すれば実現できる。しかし、このような運動制御方式では滑走の方向の自由な操縦や、滑走環境に適応した滑走などを実現することは出来ない。

そこで次のような運動制御法を取ることにした。

正弦波信号を一定の時間間隔でまず第1節（先頭節）に送り、さらに次の指令を一定時間後、第1節に送る。そしてその伝達と同期して、第1節への指令を第2節以後の節に次々とシフトしていく運動制御法をとる。これはヘビの運動神経系のメカニズムとも一致するものであると考えられる。また、このとき指令値を最後節に送り、後ろから前へシフトすることにより、後退の動作を行うことが可能である。

進行方向の制御には先頭節への正弦波信号に対してバイアスをかけることにより、振動の中心値を変化させることで実現した。（Fig..5）

また、進行速度の制御は制御計算機に対しウエイトをかけ、制御周期を調節することで実現した。この方法により、滑走形態を変えずに速度を容易に調節することが可能である。

滑走の振幅を変化させるとくねりの振幅が大きくなり、くねり一周期の間に進む距離が短くなることから、より大きな推進力が出せるものと予想される。したがって傾斜面の登坂など、滑走面に応じて適応させることが出来るものと考えられる。

以上、進行方向を制御するバイアス値B、速度に対するウェイト値V、くねりの振幅Aは操縦者が無線によりその値を指令することが可能である。

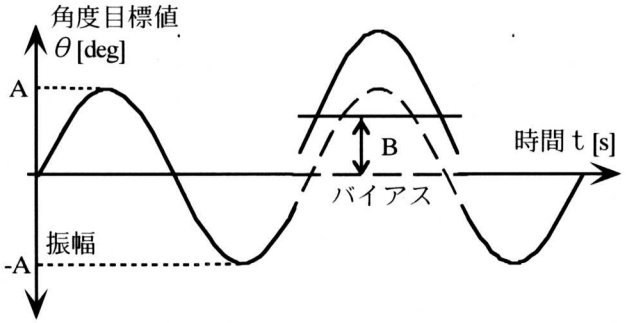

Fig.6 Position command and variable parameters

5 実験

リノリューム板上における滑走試験を行い、およそ1.0m/sの速度で滑走することを確認した。また、進行方向、進行速度も調節が可能であることを確かめた。さらに後退の動作の確認も行った。

また、アスファルト上での滑走試験も行い多少の凹凸のある路面でも滑走可能であることが確認された。

参考文献

1）広瀬茂男：生物機械工学, 工業調査会（1987）

2）Shigeo Hirose：Biologically Inspired Robots (Snake-like Locomotor and Manipulator), Oxford University Press ,, , pp. (1993)