

## 柔軟性を確保した短足二足歩行型ペットロボットの研究

## Research of a short-legs bipedal locomotion type pet robot having a flexible structure

○ 伊藤章人 (日本工業大学)

中里裕一 (日本工業大学)

Akihito Ito, Nippon Institute of Technology  
Yuuiti Nakazato, Nippon Institute of Technology

**Abstract:** Now, many pet robots for animal therapy are developed. The pet robot needs to come into contact with people. For that, the pet robot has need safety structure that prevent breakage of the actuator and not injure the people. Therefore, by this research was devised mechanism by that uses the elasticity of thread between an actuator and a joint. This mechanism have effect to flexible structure and weight saving.

**Key Words:** pet robot, animal therapy, mental illness.

## 1. 目的

認知症患者はコミュニケーション能力や記憶に障害が発生し、日常生活に多大な影響がでる。2012年度には、65歳以上の約1割の人が認知症を発症している<sup>(1)</sup>。そのため、その症状を改善する策が求められている。その一つとしてアニマルセラピーが注目されている<sup>(2)</sup>。アニマルセラピーは動物と触れ合うことにより、精神的、生理的、社会的な医療効果を得るものであり、有効な手段となる可能性が示唆されている<sup>(2)</sup>。しかし、動物は、病原体を持っている場合や、動物アレルギーの原因となる事があり、また、牙や爪などによる攻撃により人に怪我をさせる可能性もある。これらの事から、今までの動物を利用した方法では、衛生面が重要視される医療施設や、免疫機能の低下した高齢者には導入が躊躇われる。そのため、ペットの代わりとなり、アニマルセラピー効果を発揮するロボットの研究が進められている<sup>(3)</sup>。

本研究では、対象者に長期にわたって飽きられずに、親しみや安らぎを与えられるロボットの研究を行っている<sup>(4)</sup>。Fig.1に2012年度に製作したペットロボットを示す。このロボットは、機体の材質に木材を使用することで、軽量化を図り、また、木材にヒノキを使用することで、ヒノキの殺菌効果やリラクセス効果の追加を行った。本報では、ペットロボットのさらなる軽量化と、安全性の確保についての解決案を提案する。

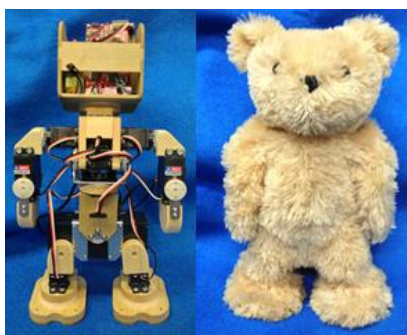


Fig.1 Appearance of the Pet robot.

## 2. 改良方針

ペットロボットの軽量化を進めていくに当たり、軽量化にはアクチュエータの小型化と個数の削減が必要だと考えた。2012年度製作のペットロボットの総重量は約1.3kgfであり、そのうち、アクチュエータの総重量は約0.7kgfと大半を占めている。そのため、今回、機構の見直しと、

動作の制限を行うことにより、アクチュエータ数を減らし、アクチュエータ数を12個から6個に削減する。また、アクチュエータ事体も小型のものに変更することで軽量化を図る。安全性に関しては、2012年度のペットロボットでは、アクチュエータの軸を直接関節軸にする構造にしていたため、過負荷を受けたときに力を逃がす事が出来ず、アクチュエータの破損や、指を挟む等で使用者に怪我をさせる危険性があった。そこで、機体の大半を綿で構成し、伸縮性の糸によるリンク機構を取り入れる事で機体の軽量化とアクチュエータの小型、低出力化、及び安全性の確保を行う。

## 2. アクチュエータの振り分け

機構の見直しを行うに当たり、アクチュエータの各自由度への再振り分けを行った。腕部は左右の肩にロール軸とピッチ軸の各2自由度あるが、このうち左右のロール軸を同期させることで3つのアクチュエータで4関節を動作させる。

歩行機構は2012年度のペットロボットでは、左右への重心移動のためにロール回転させるのに1個、足を持ち上げるために左右1個ずつ、足首を回転させるために左右1個ずつ使用していた。これを、重心移動と足を上げる関節を連動させ、また、両足首と腰の回転動作を連動させることで2個のアクチュエータにより歩行を可能にする。腰にはピッチ軸に、もう一つアクチュエータを入れることで、お辞儀などの動作を可能にする。

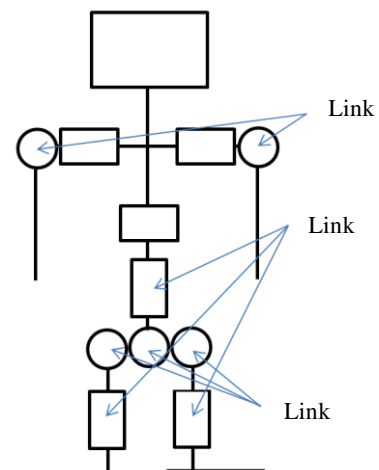


Fig.2 Arrangement of the joint

### 3. 腕部の機構

2011年度のペットロボットは、肩の関節は片腕ごとに2自由度ずつあり、各関節に直接アクチュエータを取り付けた。そのため、負荷はすべてモータ軸にかかり、破損の恐れがある。今回、肩関節の左右のロール軸をリンクさせる機構を考案した。Fig. 3 に胸部から肩のプーリの機構を示す。胸の中心に配置したアクチュエータの回転動力を、プーリと糸により伝達する。

Fig. 4 の上図のように胸部のプーリが左回転した場合、左腕は、胸部のプーリと平行に接続しているため、同方向に回転する。一方、右腕は胸部のプーリと8の字状に接続しているため胸部のプーリと逆方向に回転する。このとき胸部プーリの上部から腕のプーリの下部に接続されている糸が前側に交差する。この腕の肩関節をピッチ方向に稼働させて腕を上にした場合、左側の糸は交差していき、逆に右側の糸は交差している状態から平行の状態になる。この時、胸部のプーリと左右の肩のプーリ間の糸の長さが大きく変化しないように、糸の交差する部分にガイドリングを配置した。また、多少のプーリ間の糸の長さの変化は糸の伸縮性により吸収する。これにより、腕をピッチ軸方向に稼働していても、ロール軸を稼働させることができる。この機構では過負荷がかかった場合、ある程度の負荷ならば糸が伸びることで吸収し、大きな負荷がかかった場合、糸の脱落や破断により他の機構の破損を防ぐ。

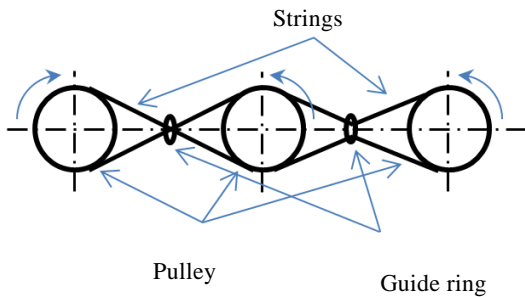


Fig.3 Rotation mechanism of an arm joint

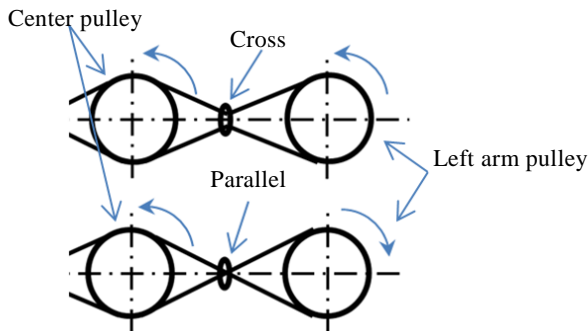


Fig.4 Rotation of an arm (left)

### 4. 歩行部の機構

2012年度までの設計では、腰の中心と足の付け根、足首の計5箇所の各関節にアクチュエータを配置し、腰の中心のアクチュエータで上体を左右に傾けて重心を片足に移してから、足の持ち上げ、足首を回転させて一步を踏み出すという一連の動作を繰り返すことで歩行していた。

今回の設計では、左右の足の付け根の関節の距離を変更し、上体を傾けたときに、fig. 5 のように重心点が足の付け根の関節軸の外側に出るようにする。また、足の付け根の関節は、一定角度以上開かないようにし、上体が軸足の関節軸を超えたときに、軸足の付け根の関節に回転モー

メントが発生し、反対側の足が持ち上がるようにする。

腰の関節のアクチュエータは腰より上の重量を支えなければならず大きな負荷がかかる。そのため、胴体から足にかけて詰めた綿の反発力によって重量を相殺しアクチュエータにかかる負荷を軽減する。また、この綿はペットロボットの触り心地の改善の効果や、機構、制御装置などを外部からの衝撃から守る効果も期待できる。

歩行時は、軸足の足首のヨー軸を内転させて足を踏み出す。この時、踏込足のヨー軸も軸足と連動させ、同角度外転させることで直進する。この踏込足が外転する角度を、一定角以上回転しないように制限し、踏込足が接地するときの足首の角度を変えることで、旋回することもできる。さらに、腰のヨー軸を左右足首のヨー軸と連動させることで、歩行中は常に上体が進行方向を向くように腰を捻りながら歩行する。腰のヨー軸は、直立時は腰と足の関節が連動しないようにすることで独立して動作させる。

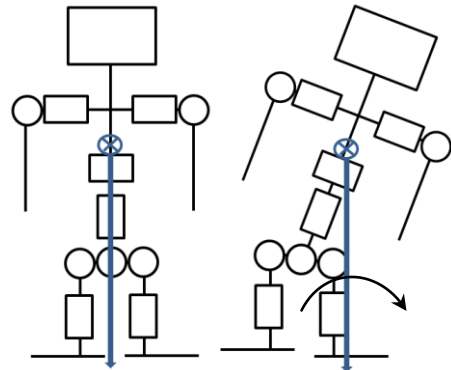


Fig.5 Move center of gravity

### 5. 結論

アクチュエータの削減及び小型化と糸によるリンク機構を組み込むことにより、機構部の小型化を図れ、Table. 1 のように、体高と関節数を同じにしたまま、ロボットの重量を約0.7kgf程度に軽減した。また、空いた空間に綿を詰めることでペットロボットの柔らかさを改善する。

Table.1 Comparison of pet robot

	Before improvement	After improvement
height(cm)	40	40
Number of joint	12	12
Number of actuator	12	6
Weight(kgf)	1.3	About0.7

### 参考文献

- (1) 毎日新聞、2012年8月24日(金)夕刊、認知症300万人 厚労省推計 65歳以上の1割
- (2) 大阪府・医療法人豊済会介護老人保健施設やすらぎ 作業療法士 加藤 篤 痴呆性高齢者の犬とのコミュニケーションー動物介在療法を試みてー
- (3) 清水遵, 須賀京子, 永忍夫, ペットロボット介在活動が認知症高齢者の心身に及ぼす影響-唾液試料を指標とした検討-, 愛知淑徳大学論集 コミュニケーション学部・コミュニケーション研究科 第8号, No. 8, Page. 99-108, 2008. 03. 17
- (4) 田村大樹, 中里裕一, 短脚の二足歩行ペットロボットにおける自立化に向けた検討, 2011