

どこでも素早く移動できるサービス犬ロボットの実現を目指して

鉄 犬

ふくおか やすひろ
福岡 泰宏 (茨城大学工学部知能システム工学科講師)

サービス犬ロボットとは

「サービス犬」というと専門的にはいろいろな定義があるようですが、ここでは広い意味で人のためにサービスをする犬という意味で用いることにします。

私たちの周りで人にサービスをする犬とって思いつくのは、盲導犬、聴導犬、救助犬、介助犬、番犬などでしょうか。このような犬ロボットの実現を目指した研究開発の例はいくつかあります。それらには、高度なセンサーを取り付けて、人を認識したり、思い通りの道に導いたりする技術などが搭載されています。

しかし、筆者がそれらに関していつも思うことは、「ゆっくりだな」とか、「段差は越えられないよな」など、移動機構に関する不満でした。これではいくら高度な技術をロボットに搭載していても、人を満足させるサービスを提供することはできません。

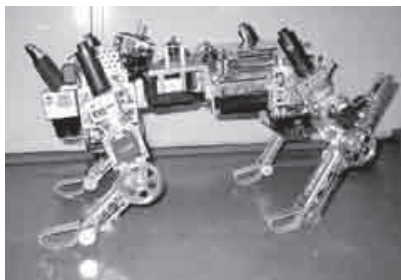


写真1 鉄犬4 (製作協力: 東京精機、図工、相信)



写真2 完全武装型鉄犬4 (製作協力: ロボトピア、サンヨー)

この点を解決するには、本物の犬のように段差、坂、凸凹道などをスタスタと難なく歩き回るような新しい移動機構を開発することが必要だと考えました。

そこで、筆者はひとまず目標をサービス犬ロボットの移動機構開発に絞り、以前所属していた電気通信大学の木村浩准教授の元で、不整地を人が歩く程度のスピードで歩行できる4足犬型ロボット「鉄犬」の研究開発を行ってきました。

現在は鉄犬4 (写真1) まで開発されていて、それにFRPの外装を被せた完全武装型鉄犬4 (写真2) は2005年の愛知万博で未来の留守番犬ロボットをイメージした公開デモに出展されました (写真3)。これは、家主の留守中に自宅の庭に侵入者が入ってきたら、鉄犬が高速で駆けつけ、侵入者の写真をとって家主の携帯電話に送りつけるというもので、なかなか好評でした。各種鉄犬の映像は <http://fukuoka.ise.ibaraki.ac.jp/> でご覧頂けます。



写真3 愛知万博での留守番犬ロボットデモ

鉄犬の設計

ここからは、鉄犬の持つ技術に関してできるだけ詳しく紹介していきます。

まずはじめに、さまざまな路面を安定、かつ素早く歩行する鉄犬には次のような機構の特徴が求められます。

- ① 脚は足先に近づくほど軽くなるようにする
- ② 重心は高くする
- ③ 関節は柔らかくする
- ④ 全体的になるべく軽量にする
- ⑤ 強度は大きくする

①は素早く脚を振り出すためです。②に関しては意外に思われる方も多かもしれませんが、重心が高いほど倒れるのがゆっくりになるため、制御の時間を稼ぐことができます。これはホウキを手のひらに逆さまに乗せてバランスをとる動作を想像すればわかりやすいかもしれません。③は使用するギアとモータに大きく依存するのですが、なかには、無出力の状態でも関節が摩擦で動かないほど硬いものが存在します。このような関節を持つと、地面や障害物などに足が強く衝突したとき、ギアが壊れてしまう可能性があります。また、衝突の衝撃を各関節で吸収できず、全身に行きわたらせてしまうので、不安定になりやすく、制御もそれだけ困難になります。鉄犬では、平歯車を用いて関節の摩擦を小さく (柔らかく) する工夫をしています。④は③と同様に地面や障害物への接触時の衝撃を小さく抑えるためです。⑤は衝撃によって破損しない強度の材質を用いる必要があるということです。以上の点に特に注意して鉄犬は設計されました。

写真4のように鉄犬4は1脚に4つの関節を持ち、4脚で全16関節となっています。腰関節、膝関節、および足首関節は進行方向平面内で回転する関節です。旋回関節は膝関節以下の部分が水平面内で回転する関節で、主に旋回のために用いられます。それらすべての関節にDCサーボモータが備わります。定格出力は、腰・膝: 60W、旋回: 27W、足首: 11Wとなります。ギアの減速比はいずれの関節も