

平成17年度 山形大学工学部での研究活動

研 究 レ ポ ー ト

「歯車に関する研究」

研究者 小国高等学校 2年
加藤 真治 土屋 裕睦
【機械システム工学科 大町研究室】

「ロボットに関する研究」

研究者 小国高等学校 2年
加藤 真治 土屋 裕睦
【機械システム工学科 水戸部研究室】

「コンピュータを利用した画像処理に関する研究」

研究者 小国高等学校 2年
竹内 健太
【情報科学科 古閑研究室】



山形県立小国高等学校

歯車に関する研究

研究者 加藤 真治 土屋 裕睦

1. 目的

機械では動力をさまざまな動きに変えるため、色々な種類の歯車（ギヤ）が使われている。機械の基本となる歯車について、その用途や基本的性質を調べ、実際に歯車の製作を体験する。

2. 研究概要

歯車は主に軸の位置関係により分類される。歯車の形はインボリュート曲線からなり、歯車がうまく噛み合うように設計されている。また、歯数を変えることにより力の伝え方を変えることができる。

3. 研究内容

（１）歯車とは

エネルギーのロスが少なく効率よく運動を伝えることができるもの。正確な回転運動を伝え、歯車の組み合わせで、大きな力や小さな力を取り出すことができる。

（２）歯車は何に使われているか

正確な時を伝える時計（歯車の正確な動きを利用）や、自動車の力や速度を変えるトランスミッション（エネルギーのロスが少ない）、さまざまなロボットの関節（なめらかな動き）など、その用途は幅広い。



摩擦が小さくなる工夫をした歯車



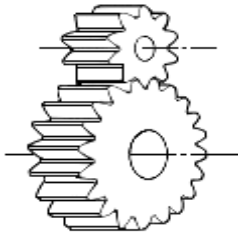
自動車での利用例

(3) 歯車の種類と構造

① 平行軸の歯車 (エネルギーの伝達効率 98.0～99.5%)

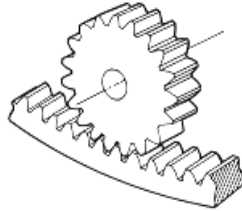
平歯車

製作が簡単であるため、動力伝達用に最も多く使われている。



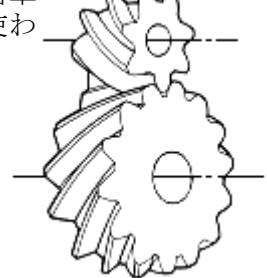
内歯車

平歯車とかみあう円筒の内側に歯が作られている歯車。



はすば歯車

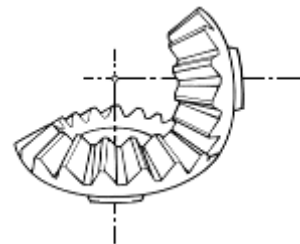
歯すじがつるまき線の円筒歯車。平歯車より強く、静かな歯車として広く使われている。



② 交差軸の歯車 (エネルギーの伝達効率 98.0～99.0%)

すぐばかさ歯車

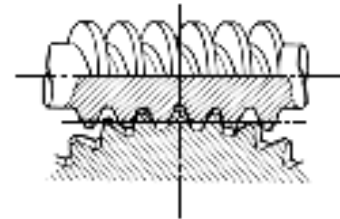
歯すじがピッチ円すいの母直線と一致するかさ歯車。かさ歯車としては、比較的製作が簡単であるため、動力伝達用かさ歯車として最も普及している。



③ 食い違い軸の歯車 (エネルギー伝達効率 30.0～90.0%)

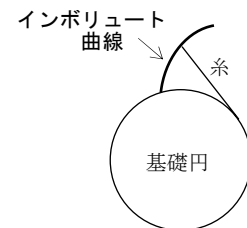
円筒ウォームギヤ

円筒ウォームと、これとかみあうウォームホイールの総称。一段で大きく減速できる、静かであるという長所がある一方、エネルギー伝達効率が低いという短所もある。



(4) 平歯車の製作

- ① 歯の形 (インボリュート曲線) について学習。
- ② 歯数とモジュール (歯の大きさ) を指定しておき、素材の大きさを計算する。(今回は事前に素材を準備していただきました。)
- ③ 算出した歯数を元に、ホブ盤 (素材を削る装置) のギヤを調節する。
- ④ 素材を取り付ける軸の中心と、素材の中心とが一致するように素材をセットする。



- ① 基礎円に巻きつけた糸を張りつめながらほどこいていくときに、糸の先端が描くのがインボリュート曲線



③ ギヤの調整



④ 素材のセッティング

⑤ 油を流しながら素材を切り込んでいく。

⑥ ある程度削ったら、マイクロメーター（長さを精密に計測する道具）で $\frac{1}{100}$ mm の精度まで計測し、正しく削れているかを確認する。



⑤ 素材の切り込み

本来はこの後、歯車を強くするため熱処理を行い、さらにより精密に仕上げるため研削加工を行う。

4. まとめ

今回の体験では、歯車の組み合わせを変えることにより伝える力の大小や回転数を変えられることがわかった。また、歯車の形はただの凹凸ではなく、インボリュート曲線と呼ばれる曲線でできているということがわかった。この曲線により歯車どうしが引っかかりからずスムーズに回転できる。

実際に歯車を製作してみて、正確で誤差の少ない歯車を作るのがいかに難しいか実感することができた。

身近なところで大きさや形の異なった歯車がたくさん使われていることや、歯車の形や大きさによって、エネルギー伝達効率が上がったたり下がったりするということを学ぶことができた。とてもいい経験ができた。

最後に、大町先生をはじめ大学院生の皆さんにお世話になりました。今回の体験では、普段体験できないことをさせていただきありがとうございました。

【参考資料】

歯車の基礎（大町先生から頂きました）

小原歯車工業HP（<http://www.khkgears.co.jp/>）



ロボットに関する研究

研究者 加藤 真治 土屋 裕睦

1. 目的

以前からテレビなどで自立二足歩行ロボットを見てロボットについて興味を持っていた。この研究を通して、ロボットの基本的な仕組みを学ぶ。

2. 研究概要

ロボットは、センサーからの情報にもとづきモーターを制御することで、さまざまな動きをさせることができる。センサーとモーターの間の接続を変えたり、センサーから伝わる信号の強さを変えることでロボットの動きが変わり、異なる性格のロボットとなる。



3. 研究内容

（1）ロボットの基本的な仕組み

ロボットは目鼻にあたるセンサー、頭脳にあたる I C、そして手足を動かすモーターで構成されている。センサーとモーターなどの接続の仕方（センサーとモーターの協調）で、そのロボットの行動や性格が決まる。

（2）I Cについて

① I Cとは

トランジスタ、抵抗、コンデンサ、ダイオードなどの素子を集めて基板の上に装着し、各種の機能を持たせた電子回路。集積回路（Integrated Circuit）の略。

②モータードライブ I C

モーターのONとOFFを制御する I C。さまざまなセンサーからの電気信号を、モーターの「起動」と「停止」の信号に変換することができる。



（3）センサーについて

①センサーとは

ロボットの内部の状態や周囲の状況などによって変化する各種の物理量や化学量を電気信号に変換して、数値として扱えるようにするシステム。自らの判断で行動するロボットにはセンサーは必要で、人間の五感に変わる機能として活用される。例としては、マイクロスイッチや光センサーなどがある。

②マイクロスイッチ

小型のON-OFFスイッチに針金などで“ひげ”をつけることでタッチセンサーとして使うことができ、壁や障害物などの物体との接触を感知することができる。これを利用し、障害物などに当たるか当たらないかで車輪型移動ロボットの進行方向を決めることができる。

③光センサー（Cdsセル）

明るさにより電気抵抗値が変化する素子であり、光センサーとして用いることができる。これを利用して明るさの度合いを判定することができる。光センサーからの信号にもとづいて車輪型移動ロボットのモーター制御を行うことで、ロボットの光の志向性を決めることができる。

（４）基本的なロボットやロボットに利用されているシステムの例

①マウス型ロボット

車輪型移動ロボットにタッチセンサーをとりつけ、“ひげ”が障害物に接触したときに車輪を逆回転することで、障害物をよけながら進むことができる。

②光センサーつき自動車

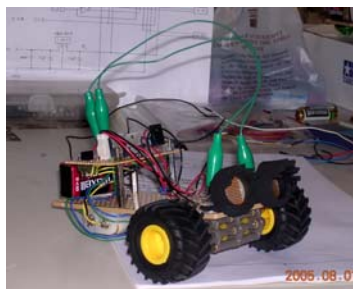
左右の光センサーからの信号をもとに、車輪型移動ロボットの左右の車輪を駆動するモーターを制御することで、明るさの度合いによって前進・後退・回転などを行うことができる。左右のセンサーとモーターの組み合わせを変えることで、例えば明るい方に向かって進んだり、明るい方を避けて進んだりなどの制御をすることができる。

③サーボシステム

ラジコンサーボのように、モーターの回転量を制御することができる。特徴として、センサーからの信号(フィードバック)を強くすると動きがよくなりスムーズに動かすことができる。



マウス型ロボット



光センサーつき自動車



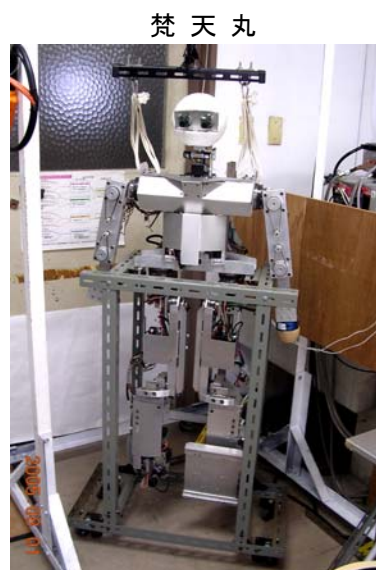
サーボシステム

他に山形大学では人型ロボットの梵天丸も製作し研究している。

4. まとめ

光センサーつき自動車などは、回路のつなぎ方を変えるだけで性質が変わってしまうことを発見できた。

サーボシステムの回路を実際に作ってみたところ、最初はとても複雑で理解するのが難しかったが、電流を流したらしっかり動いた。アンプで電圧を変えてモーターに電流を流すと、ロボットの動く力を大きくしたり小さくしたりできることがわかった。実際の動きを見ながら学習できたので理解を深めることができた。



梵天丸

また、ロボット用のモーターはとても高価で高機能のものだと教えて頂いた。そのコストが下がればもっとロボットが一般に普及するのではないだろうか。

最後に、水戸部先生、阿部さんをはじめ研究室の皆さんにお世話になりました。今回の研究で今までわからなかったことがわかるようになりとても参考になりました。本当にありがとうございました。

【参考資料】

山武アドバンスオートメーションカンパニーHP (<http://www.compclub.com/index.html>)

IT用語辞典 (<http://e-words.jp/>)

ロボット用語辞典 (http://ww4.et.tiki.ne.jp/~robot-th/robot_dic/robot_dic.html)

コンピュータを利用した画像処理に関する研究

研究者 竹内 健太

1. 目的

コンピュータを用いた画像処理に利用されているさまざまな技術の基礎を学び、音声や言語の処理を体験する。加えて、音声認識や言語処理についても処理を体験する。これらを通じて、画像、音声、言語を総合したマルチメディア処理への知識を深める。

2. 研究概要

デジタル画像は一般に、光の色の三原色（赤緑青／RGB）からなる。各色の明るさは256段階（0～255）あり、その組み合わせにより画像の色や明るさを数値化している。今回の研究では、デジタル画像を対象とした「領域分割」「L*a*b*表色系」「クラスタリング」「フレーム間差分」処理を行った。このような処理により、動きのある物体の切り出しやオブジェクトの移動、色の変更など、さまざまな種類の画像処理ができる。

3. 研究内容

（1）領域分割について

領域分割とは画像を処理しやすくするために、画像内において色や輝度（明るさ）などの性質が似ている画素（画像を表現するための一粒の値）同士を連結することで同一の領域を形成し、他の領域との間に境界線を引くことである。領域分割の方法としては、画像の輝度の変化の割合が急激に変化する座標を境界線として求める Watershed（分水嶺）法が有名である。研究では Watershed 法により求めた領域から、さらに統合を進める、

- ① 面積の小さい領域を色が似ている領域として統合する
- ② 面積の大小に関係なく色が似ている領域同士を統合する

という2種類の方法を検証した。



①の方法で領域分割をした画像

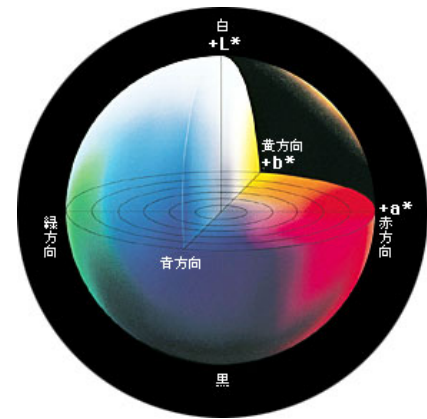


②の方法で領域分割をした画像

(2) $L^*a^*b^*$ 表色系について

一般に、コンピュータで用いられるカラー画像は、RGB（赤緑青）で表現される。しかしながら、RGBは人間の視覚で感じられる色の違いを表すには適した表現ではない。そこで、人間の感覚に近い表示の仕方である $L^*a^*b^*$ 表色系が提案されている。 $L^*a^*b^*$ 表色系は、物体の色を厳密に表す必要のある産業界において多く使用されている。

$L^*a^*b^*$ 表色系では、明るさを「 L^* 」、色相と彩度を「 a^* 」「 b^* 」で表す。図のように、「 a^* 」は赤方向、「 $-a^*$ 」は緑方向、また「 b^* 」は黄方向、「 $-b^*$ 」は青方向を示しており、数値が大きくなるに従って色が鮮やかになり、中心に近くなるにつれてくすんだ色になる。



$L^*a^*b^*$ 色空間

(3) $L^*a^*b^*$ 色空間を使ったクラスタリングについて

色空間におけるクラスタリングとは、色が似たもの同士をまとめてグループ化することである。クラスタリングを行うことによって、データの数を減らし、画像を処理しやすくすることができる。また、 $L^*a^*b^*$ 色空間上で処理を行うので、人間の色知覚に基づいた画像の領域を分割することができる。

この技術を応用し、さくらんぼの領域を取り出すことで、さくらんぼがどれだけ熟しているかを判定する技術への利用が検討されている。



クラスタリングによって領域分割した画像



クラスタリングによって赤い色のものを抽出した画像

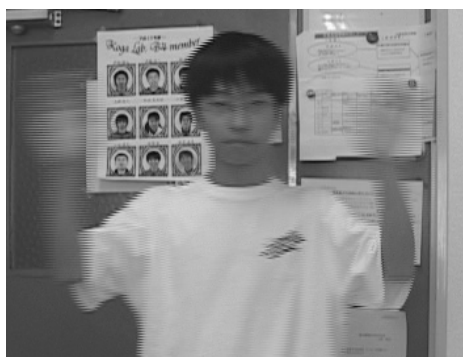
(4) フレーム間差分による動画の動き領域の抽出について

動画は、パラパラ漫画のように1秒間に30回もの画像が切り替わることにより動いているように見える。（このときの1枚の画像をフレームという）

フレーム間差分とは、連続する2フレーム間の同じ位置にある画素を引いた差分のことである。フレーム間差分を計算すると、動画の中で動きのある部分だけを抜き出すことができる。そのため、どの部分がどれだけ動いたか、また、どれだけ変化があったか知ることができる。

フレーム間差分の手順

- ① 撮影した動画をパソコンに取り込み、それを1フレームごとの画像にする。
- ② 画像を処理しやすくするために輝度値（白黒画像）にする。
- ③ 2フレーム間の同じ位置にある画素同士を引いて、その絶対値を取り、動いた部分を抜き出す。



② 元の画像を白黒画像にする



③ 2フレーム間の差分をとる

4. まとめ

様々な種類の画像処理を実際に行ってみて、コンピュータを使えば自在に画像の編集ができることがわかった。

フレーム間差分による動画像の動き領域の抽出は、実際に防犯カメラなどに使われている。昨今の状況から今後さらに普及していくことが期待される。

画像処理の他に、音声認識や自然言語処理の研究室でも興味深い体験をすることができた。

最後に、古閑先生、目黒先生、研究室の4年生の皆さん、大学院生の皆さんには大変お世話になり、ありがとうございました。この体験を今後の進路選択に役に立てたいと思います。

【参考資料】

古閑研究室でいただいた研究資料

コニカミノルタHP (<http://konicaminolta.jp/index.html>)

