TI DSP, MCU 및 Xilinx Zynq FPGA 프로그래밍 전문가 과정

2018-06-25 (80 회차)

강사 - Innova Lee(이상훈)
gcccompil3r@gmail.com
학생 - 정유경

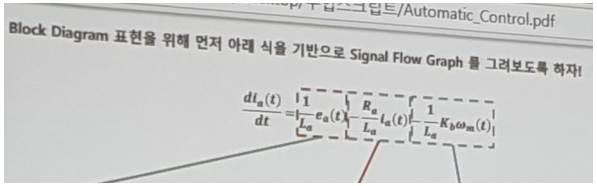
1. BLDC 모터의 PID 제어

2. DSP 영상처리 예제

PID 제어가 필요한 이유

1) 코일은 온도에 따른 특성변화가 크다.

2) 엔코더는 무거워서 쿼드콥터에 사용할 수 없다.



PID 제어란

PID 제어는 자동제어 방식 가운데서 가장 흔히 이용되는 제어방식으로 에러값을 제어하여 목표값에 수렴시킨다.

에러값을 제어하는 방식은 다음과 같은 3 가지가 있다.

P: Proportinal(비례), I: Integral(적분), D: Differential(미분)

위와 같은 방식으로 에러를 제어 명령으로 바꾸어 시스템에 전달하게 된다.

컴퓨터 상에서 PID 제어를 구현하는 알고리즘

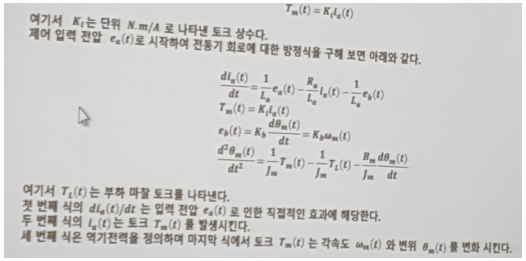
e(t) : 오차값 = 목표값 - 현재값

MV(t) : 제어량, 제어량 + 현재값 = 목표값

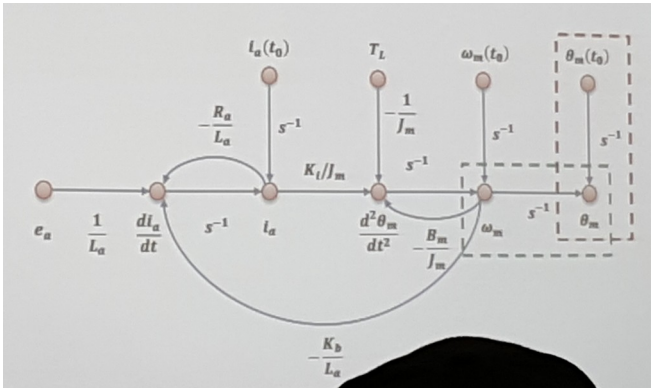
MV(t) = Kp*e(t) + Ki*(integral)e(t) + Kd*(derivative)*e(t)

Kp, Ki, Kd 값을 찾는 것이 PID 제어의 핵심이다.

모터는 입력전류의 흐름을 제어하여 속도를 제어해준다.



위식을 정리한 신호흐름도는 다음과 같다.



1) Kp 값이 크면 제어량이 커서 목표값에 빠르게 도달하지만 수렴하지 못하고 진동한다. 즉, 오차가 0 에 수렴하지 못함.

2) Ki 를 설정해주면 (정상상태) 오차가 줄어든다. 모터는 오버슈트를 막는 것 보다는 빨리 안정되는 것이 중요하므로 Ki 값이 적당히 클수록 좋다. Ki 값이 너무 크면 진동한다.

Moter PI Control Example

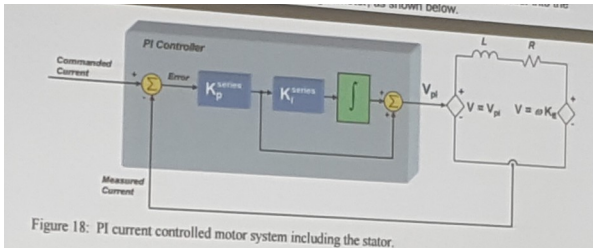
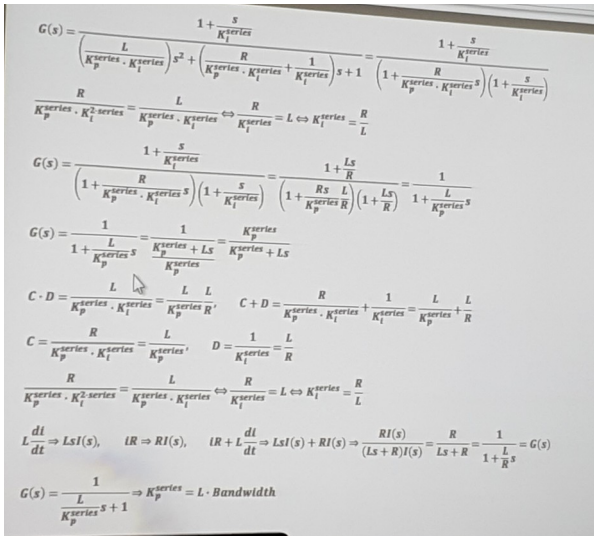


Figure 18: PI current controlled motor system including the stator.



다음과 같이 게인을 구할 수 있

Kp = L x Bandwidth

Ki = R/L

DSP Example 1

```
#include "opencv2/opencv.hpp"
#include <iostream>
using namespace cv;
using namespace std;
int main(void)
{
   Mat A1(1,2, DataType<uchar>::type);

   A1.at<uchar>(0,0) = 1;
   A1.at<uchar>(0,1) = 2;

   cout << "A1" << A1 << endl;
   cout << "depth = " << A1.depth() << "," << "channels= " <<A1.channels() << endl;
   Mat A2(1,2, DataType<Vec<uchar,3>>::type);

   A2.at<Vec<uchar,3>>(0,0) = Vec3d(10,20,30);
   A2.at<Vec<uchar,3>>(0,1) = Vec3d(40,50,60);
   cout << "A2" << A2 << endl;
   cout << "depth = " << A2.depth() << "," << "channels= " <<A2.channels() << endl;

   Mat B(1,2,DataType<float>::type);

   B.at<float>(0,0) = 10.0f;
   B.at<float>(0,1) = 20.0f;

   cout << "B" << B << endl;
   cout << "depth = " << B.depth() << "," << "channels= " << B.channels() << endl;

   Mat C(1,2, DataType<Point>::type);
   C.at<Point>(0,0) = Point(100,100);
   C.at<Point>(0,1) = Point(200,200);
   cout << "C" << C << endl;
   cout << "depth = " << C.depth() << "," << "channels= " << C.channels() << endl;

  Mat D(1,2, DataType<complex<double>>::type);
   D.at<complex<double>>(0,0) = complex<double>(10.0,20.0);
   D.at<complex<double>>(0,0) = complex<double>(10.0,20.0);

   cout << "D" << D << endl;
   cout << "depth = " << D.depth() << "," << "channels= " << D.channels() << endl;
   return 0;
}
```

DSP Example 2

```
#include "opencv2/opencv.hpp"
#include <iostream>
using namespace cv;
using namespace std;
int main(void)
{
Point2f pt1(0.1f, 0.2f), pt2(0.3f, 0.4f);
Point pt3 =(pt1 + pt2) * 10.0f;
Point2f pt4=(pt1 - pt2) * 10.0f;
Point pt5 =Point(10, 10);
Point2f pt6=Point2f(10.0f, 10.0f);
cout << "pt1: " << pt1 << endl;
cout << "pt2: " << pt2 << endl;
cout << "pt3: " << pt3 << endl;
cout << "pt4: " << pt4 << endl;
cout << "pt5: " << pt5 << endl;
cout << "pt6: " << pt6 << endl;
```

```
if(pt1 == pt2)
cout << "pt1 is equal to pt2" << endl;
else
cout << "pt1 is not equal to pt2" << endl;
float fValue = pt1.dot(pt2);
cout << "fValue " << fValue << endl;
double normValue = norm(pt1);
cout << "normValue = " << normValue << endl;
Point pt(150, 150);
Rect rect(100, 100, 200, 200);

if(pt.inside(rect))
cout << "pt is an inside point in rect" << endl;
else
cout << "pt is not an inside point in rect" << endl;
return 0;
}
```

DSP Example 3

```
#include "opencv2/opencv.hpp"
#include <iostream>
using namespace std;
using namespace cv;

int main(void)
{
    Rect rt1(100,100,320,240), rt2(200,200,320,240); // 상대위
    Point pt1(100,100);
    Size size(100,100);
    Rect rt3 = rt1 + pt1;
    Rect rt4 = rt1 + size; // 시작점이 이동한게 아니라 가로세로 크기가 100 씩 커짐

    cout << "rt1 : (" << rt1.x << "," << rt1.y << "," << rt1.width<< "," << rt1.height << ")" <<endl;
    cout << "rt1 :" << rt1 << endl;
    cout << "rt2 :" << rt2 << endl;
    cout << "rt3 :" << rt3 << endl;
    cout << "rt4 :" << rt4 << endl;

    Point ptTopLeft = rt1.tl();
    Point ptBottomRight = rt1.br();

    cout << "ptTopLeft in rt1: "<< ptTopLeft << endl;
    cout << "ptBottomRight in rt1: " << ptBottomRight << endl;

    Point pt2(200,200);

    if(rt1.contains(pt2))
       cout << "pt2 is an inside point in rt1." << endl;

    Rect rt5 = rt1 & rt2;
    Rect rt6 = rt1 | rt2;

    cout << "rt5 :"<< rt5 << endl;
    cout << "rt6 :"<< rt6 << endl;

    Mat img(600,800,CV_8UC3);
    namedWindow("image",WINDOW_AUTOSIZE);
     rectangle(img, rt1, Scalar(255,0,0),2); // Blue 100 100 320 240
    rectangle(img, rt2, Scalar(0,255,0),2); // Red 200 200 320 240
    rectangle(img, rt5, Scalar(0,0,255),2); // Green 64 64 320 240
    imshow("image",img);
    waitKey();

    rectangle(img, rt6, Scalar(0,0,0),1);
    circle(img,pt2,5,Scalar(255,0,255),2);

    imshow("image",img);
    waitKey();
    return 0;
}
```