마이크로로봇 자기장 제어 시스템 LUT 매뉴얼

작성 기관 : 서울대학교

작성자 : 이준

작성일 : 2017.02.09

마이크로로봇 위치에 원하는 자기장과 자기장 기울기를 합성하기 위해서는 각 코일이 마이크로로봇 위치에 만드는 자기장과 자기장 (편미분) 기울기들을 알고 있어야 한다. 마이크로로봇은 제어 공간내 어느 곳에도 있을 수 있으므로 결국 각 코일이 제어 공간내 임의의 지점에 만드는 자기장과 자기장 기울기를 모두 조사해 두어야만 완벽한 제어가 가능하다. 하지만 이것은 3차원 좌표에 대해 여러개의 3차원 벡터 정보를 저장하는 것으로 방대한 저장 공간과 빠른 데이터 찾기 능력이 요구된다. 따라서 다음의 2가지 방법 중 하나를 사용하여 자기장을 합성한다.

1. 각 코일이 제어 공간의 중앙에 만드는 자기장과 자기장 기울기만을 조사하여 사용한다.
2. 각 코일이 자기 쌍극자로 이루어져 있다고 가정한 뒤 주어진 위치에 형성하는 자기장과 자기장 기울기를 계산적으로 얻어낸다.

제어 PC 프로그램에 사용되는 LUT 파일은 다음의 2개로 구성된다.

1. easy\_B\_LUT\_8.csv
2. coil\_configuration\_8.csv

easy\_B\_LUT\_8.csv 파일은 위의 1) 방법에 대응되는 것으로 각 코일이 1A를 흘릴 때 각각이 제어공간의 중심에 만드는 자기장과 자기장 기울기들을 갖고 있다. 테이블은 벡터를 표현하기 위하여 3열로 기록되어 있으며 8행의 자기장 벡터, 8행의 자기장 x방향 편미분 벡터, 8행의 자기장 y방향 편미분 벡터 그리고 8행의 자기장 z방향 편미분 벡터로 총 32행으로 이루어져 있다. 혼동을 막기 위해 다음 32행에는 각 성분이 어떤 값인지 문자로 표기하였다. 각 성분의 구체적 의미는 다음과 같다.

|  |  |
| --- | --- |
| B1x | 1번 코일에 1A가 흐를 때 제어 공간의 중심에 만드는 자기장의 x방향 성분 (1번 코일이 마이크로로봇을 x방향으로 정렬시키려는 정도) |
| B2y | 2번 코일에 1A가 흐를 때 제어 공간의 중심에 만드는 자기장의 y방향 성분 (2번 코일이 마이크로로봇을 y방향으로 정렬시키려는 정도) |
| B3dz\_x | 3번 코일에 1A가 흐를 때 제어 공간의 중심에 만드는 자기장을 z방향으로 편미분하여 얻은 벡터의 x방향 성분 (3번 코일이 x방향으로 정렬되어 있는 마이크로로봇에게 z방향 힘을 인가하려는 정도) |

coil\_configuration\_8.csv 파일은 각 코일을 자기 쌍극자로 모델링 한 파일이다. 테이블은 벡터를기재하기 위하여 3열로 이루어져 있으며 각 자기 쌍극자의 위치 8행과 쌍극자 모멘트 벡터 8행으로 총 16행으로 이루어져 있다. 혼동을 막기 위해 같은 파일의 다음 16행에는 각 성분이 어떤 값인지 문자로 표기하였다. 각 성분의 구체적 의미는 다음과 같다.

|  |  |
| --- | --- |
| p1x | 1번 코일을 표현하는 자기 쌍극자 위치 벡터의 x성분 |
| p2y | 2번 코일을 표현하는 자기 쌍극자 위치 벡터의 y성분 |
| m3y | 3번 코일을 표현하는 자기 쌍극자의 자기 모멘트 벡터의 y성분 |
| m4z | 4번 코일을 표현하는 자기 쌍극자의 자기 모멘트 벡터의 z성분 |

제작되어진 LUT는 아래의 그림과 같은 코일들의 배치에 대하여 작성되어졌다. (시스템을 위에서 바라본 그림)



프로그램에서 자기장을 합성하는데 필요한 전류를 계산하는 데에는 easy\_B\_LUT 행렬 변수에 저장된 값들을 사용한다. 이 행렬의 값은 easy\_B\_LUT\_8.csv 파일로 프로그램 시작 시 초기화 된다. 프로그램이 실행되는 도중 마이크로로봇의 위치가 센싱되거나 유추되어 업데이트 되었다면 update\_LUT 함수를 실행하여 easy\_B\_LUT 행렬을 함께 업데이트 할 수 있다. 이 때에는 coil\_configuration\_8.csv 파일의 정보가 사용된다. 만약 위치가 업데이트 되더라도 easy\_B\_LUT 행렬 변수는 그대로 사용하고 싶다면 variables.cpp 파일에서 update\_LUT\_with\_Position 변수를 false로 두면 된다.

h 파일이나 cpp 파일을 수정한 뒤에는 터미널에서 make 명령을 실행해야 한다. csv 파일의 수정은 make를 실행하지 않아도 된다.