

로봇 손가락의 외력 측정을 위한 2-DOF 토크센서 개발

Development of 2-DOF Torque Sensor for external force in Robot Finger

김대호¹, 박지순², *김봉석³, #박광우⁴

D.H.Kim¹, J.S.Park², *B.S.Kim³, C.W.Park⁴

전자부품연구원

*seize05@keti.re.kr, #drcwpark@keti.re.kr

Key words : Torque-sensor , Robot-hand , 2-DOF , FEM

1. 서론

현대의 로봇손을 보면 기능뿐만이 아니라 크기도 점점 더 사람과 비슷해지고 있다. 그리고 크기를 줄이면서도 제어를 하기위해 측정 방식 또한 여러 가지로 이루어지고 있다.

그렇게 측정하는 데이터의 종류는 여러 가지가 있다. 기본적으로 센싱하는 것은 엔코더(Encoder)를 이용한 위치데이터가 있고, 기구의 파손을 막기 위해 모터의 전류로부터 토크를 측정하고, tactile 센서로 물체와의 접촉을 감지하여 힘을 측정하고, 기구가 힘을 받을 때 기구의 외형이 미세하게 변형을 일으키는 것을 감지하고 그 것을 전기적신호로 변화시켜 기구에 인가되는 외력을 측정하는 것⁽¹⁾이 있다. 그 중에서 우리가 측정하고자 하는 방법은 토크 센서(torque sensor)를 이용한 외력토크데이터의 수집이다.

각각의 데이터 수집방법에 따라 장단점이 있기 때문에 상황에 따라 사용하는 방법을 다르게 하는 것이 좋다. 이번에 만든 2자유도 토크센서는 기존의 센서의 장점을 보완하는 센서이다.

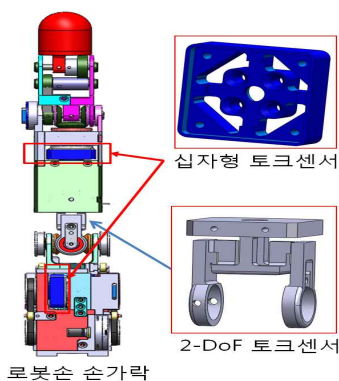


Fig. 1 Torque sensor equipped with robot hand

2. 1축 토크센서의 적용사례

토크 센서는 여러 기구와 로봇에서 광범위하게 사용되고 있다. 하지만, 대부분 단방향에 대한 토크만을 측정하도록 설계되어 있다.

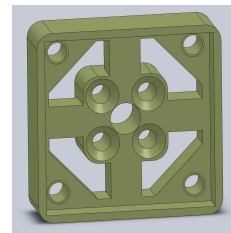


Fig. 2 Cross beam torque sensor

Fig. 2 토크 센서는 기구의 모터축에 작용하는 외력을 측정하는데 사용되고 있는 십자형보(Cross beam) 형태이다. 가운데는 모터축 기구에 연결되고 외곽은 외부 기구부 또는 하모닉드라이브와 같은 감속기에 연결한다.

하지만 십자형보 토크 센서는 기구 내부에 장착되어야 하기 때문에 크기와 외형에 많은 제약이 따르며 1축에 대한 토크만 측정가능하다.

3. 2-DOF torque sensor의 설계 및 FEM 해석

이번에 설계한 2자유도 토크센서는 기구의 프레임자체를 센서로 이용하는 방식을 사용했다. 그렇게 함으로써 외부힘을 보다 직접적으로 측정할 수 있게 되었으며, 한 개의 센서로 2방향에 대한 토크측정이 가능하게 되었다.

설계의 가장 큰 목적은 기구의 설계 방식에 따라 프레임의 변형정도와 부피의 차이가 심하기 때문에 여러 가지 형태로 설계하고 각각 시뮬레이션을 통해 부피는 작고 변형률은 최대로 할 수 있는

형태를 찾아보았다.

Fig. 3의 센서 형태는 초기 모델로 센서측정이 Fig. 4형태 일 때보다 조금 더 정확했지만 부피가 상대적으로 컸다.

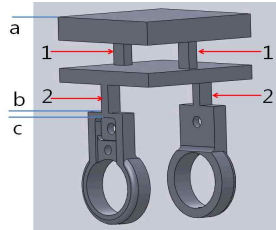


Fig. 3 New type torque sensor 1

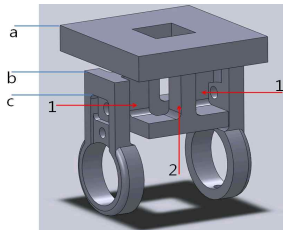


Fig. 4 New type torque sensor 2

Fig. 3 ~ 4 에서 a-b 사이의 거리는 센서부 높이로 실제 센서로 동작하게 되는 부분이고 a-c 사이의 거리는 축기준 높이로 기구부에서 차지하는 높이를 나타낸다. 1번으로 표시된 빔은 특정 방향으로 힘을 주었을 때, 변형되어야 하는 축(변형축)을 나타냈고, 2번은 변형이 되면 안되는 빔(비변형축)을 표시한 것이다.

위 설계도면을 바탕으로 Nastran FX를 이용하여 유한요소해석(FEM)을 하였다. Fig. 5는 변형률을 나타내주는 해석결과이다.

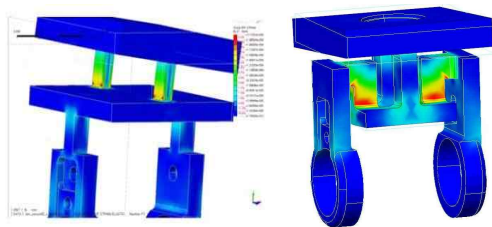


Fig. 5 Results of strain analysis

4. FEM 해석 결과

이번에 설계한 두 가지 종류의 2자유도 토크센서

의 시뮬레이션 결과는 두 가지 데이터를 가장 중요하게 다루고 있다. 하나는 높이이고, 다른 하나는 센서의 정밀도 이다.

Table 1 Comparison of height

	센서부 높이(mm)	축기준 높이(mm)
Fig. 3	20	21
Fig. 4	18	14

Fig. 3의 축기준 높이가 Fig. 4와 큰 차이를 보이는 이유는 축 사이의 비어있는 공간을 활용하여 설계했기 때문이다. 다음 표는 힘을 직접받는 변형축과 힘을 받지 않아야 하는 비변형축의 변형률의 시뮬레이션 결과이다.

Table 2 Comparison of strain

	변형축(strain)	비변형축(strain)
Fig. 3	3.65e-4	2.91e-5
Fig. 4	1.82e-4	2.89e-5

이번에 개발한 2-DOF 토크센서의 장점은 위 표와 같이 변형률이 10:1로 나오지 않는다는 것에 있다. 1번, 2번 빔의 양면을 활용하여 폴브릿지 회로를 구성하게되면, 변형축은 폴브릿지의 대각선 토크센서가 각각 수축과 인장을 하기 때문에 두 배의 효율을 보이고, 비변형축은 폴브릿지의 같은 면의 토크센서가 각각 수축, 인장을 하기 때문에 서로 상쇄되는 효과가 있다. 그러므로 실제 측정되는 변형률은 10:1보다 그 이상 차이가 난다. 향후 계획은 이 센서를 장착하여 로봇손가락의 토크제어를 구현할 것이다.

참고문헌

1. Dmitry Tsetserukou , Riichiro Tadakuma , Hiroyuki Kajimoto and Susumu Tachi , "Optical Torque Sensors for Implementation of Local Impedance Control of the Arm of Humanoid Robot" 2006 IEEE International Conference , May 2006
2. H. Liu , K. Wu , P. Seitz , G.Hirzinger , M.H.Jin , Y.W.Liu , S.W.Fan , T.Lin , Z.P.Chen , "Multisensory Five-Finger Dexterous Hand: The DLR/Hit Hand II" IEEE International Conference on intelligent Robots and System , Sept 22-26 2008