

이승범 (팀장, 24학번), 주민찬 (멘토, 23학번), 임원준 (24학번), 변윤지 (23학번), 김로빈 (23학번), 이민석 (24학번)

서론(Introduction)

서비스업의 대체를 목표로 한 로봇 바텐더의 개발은 단순한 기계적 조작을 넘어, 숙련된 바텐더들이 가진 퍼포먼스와 기술을 충실히 구현할 수 있을 때 실질적인 가능성을 얻을 수 있다. 바텐더의 핵심 능력 중 하나인 칵테일 제조 기술은, 정해진 순서와 양에 따라 술을 배합하고 섞어 다양한 음료를 제공하는 과정으로, 이는 최근 로봇 기술과 AI를 통해 어느 정도 구현되고 있다. 특히, LLM(대규모 언어 모델)을 활용한 대화형 AI 기술은 고객과의 자연스러운 상호작용을 가능하게 하며 서비스 경험을 강화한다.

숙련된 바텐더가 수행하는 몇몇 고난도의 작업, 정교한 손동작과 직관적 판단이 요구되는 업무는 여전히 기술적 도전 과제로 남아 있다. 이 중 하나로 꼽히는 작업이 바로 술병을 이용해 소용돌이를 생성하는 퍼포먼스이다. 이러한 기술은 단순히 시각적 효과를 넘어 음료 제조 과정의 효율성과 일관성을 높이는 데에도 중요한 역할을 한다.

본 연구의 목적은 술병의 소용돌이 효과를 재현할 수 있는 로봇 시스템을 개발하고, 이를 통해 고난도의 바텐더 기술을 구현함으로써 로봇 바텐더의 실제 적용 가능성을 확대하는 데 있다. 이를 위해 알코올의 유체역학적 특성과 소용돌이 생성 원리를 분석하고, 이를 기반으로 BLDC 모터 및 로봇 구조를 최적화하여 퍼포먼스와 기술적 완성도를 동시에 충족시키는 로봇을 설계하고자 한다.

이론적 배경(Theoretical Background)

1. 소용돌이 발생원리

참이슬의 술병 모양을 고려한 알코올의 유체역학적 이해를 바탕으로, 술을 말아줄 때 발생하는 소용돌이의 원리를 분석하여 BLDC 모터의 회전 각도와 속도를 최적화했다. 또한, 소용돌이의 발생 각도와 시간을 극대화하기 위해 회전 순서를 체계적으로 설계했다.

2. 술병의 회전을 버티는 구조설계

참이슬의 무게가 약 0.5kg으로 상대적으로 무거운 데다, 소용돌이를 생성하기 위해 빠른 각속도와 순간적인 회전 방향 전환이 요구되므로, 이를 견딜 수 있는 견고한 구조 설계가 핵심이다. 이를 위해 강성을 확보할 수 있는 튼튼한 프로파일을 기반으로 설계했으며, 3D 프린팅 재료의 물리적 특성을 고려해 충분한 두께와 내구성을 갖춘 구조로 제작되었다. 전체 구조는 하중과 회전력의 균형을 유지할 수 있도록 설계되었으며, 회전 시 발생하는 진동과 응력을 효과적으로 분산할 수 있는 설계 요소를 추가해 안정성을 극대화했다.

3. 술병의 회전을 버티는 구조설계

하이 토크와 높은 각속도를 구현하기 위해 최대 토크 0.80 N/m 에 최대 각속도 6855 RPM 의 BLDC 모터와, 부족한 토크를 보충해주기 위한 유성기어를 사용하여 장치를 구성하였다.

제작 과정(Software Methodology)

술 말아주는 로봇의 형태 선정

술병 회전을 가능케 하는 모터 선정

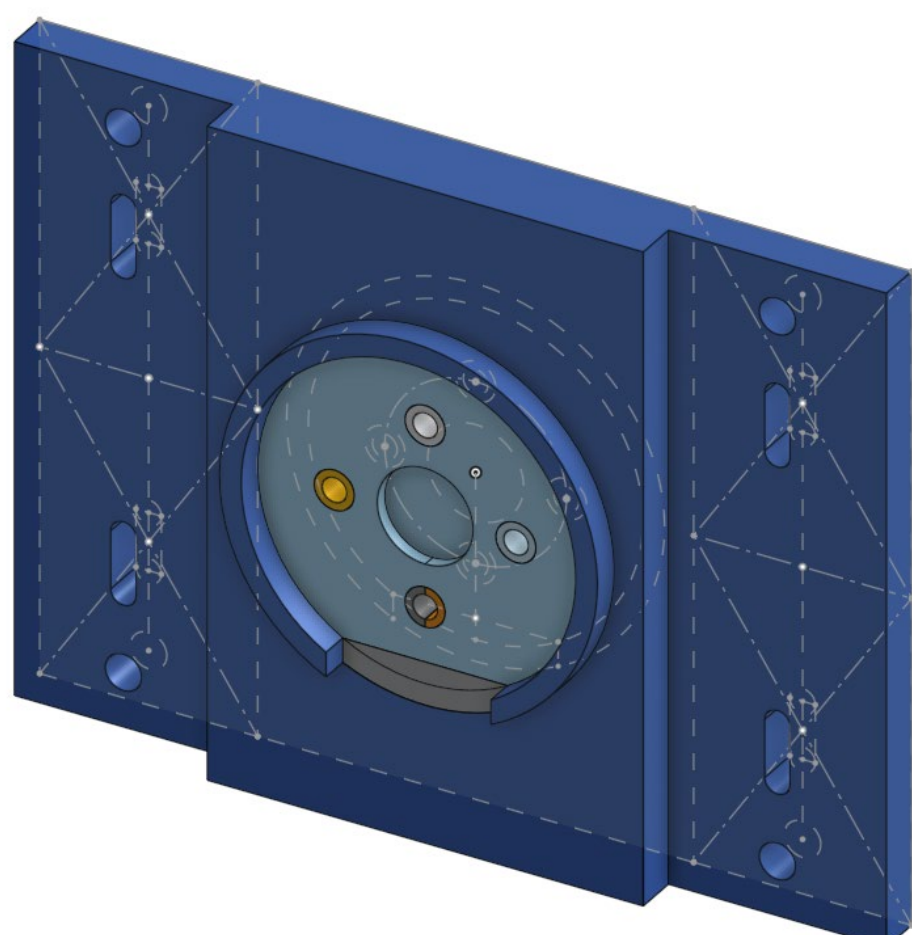
술병 고정 파트 설계

유성기어와 모터 연결부 설계

술 말아주는 로봇 구현

제작 결과(Result)

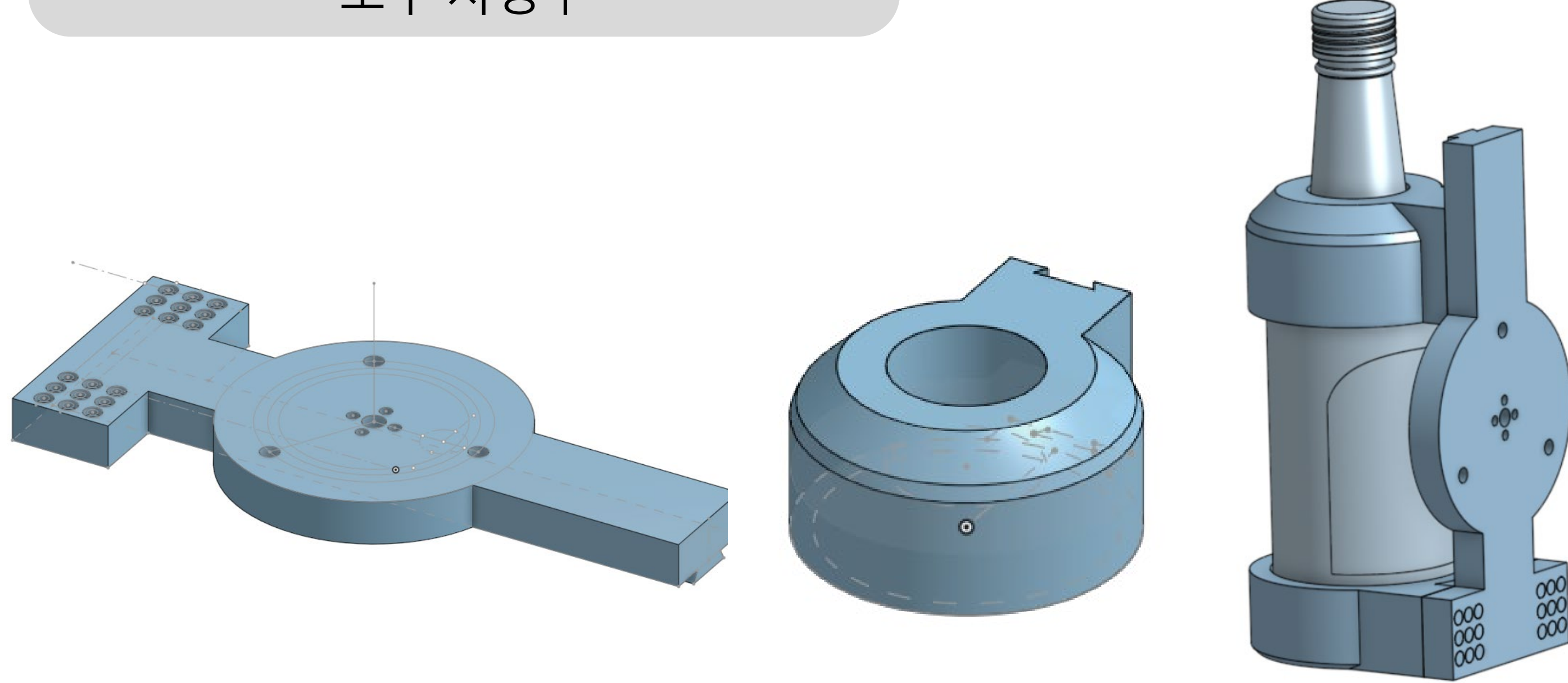
모터 고정 부분



프로파일과 모터를 서로 연결하여 모터가 잘 붙어있을 수 있도록 지지해주는 역할을 해주는 부분이다.

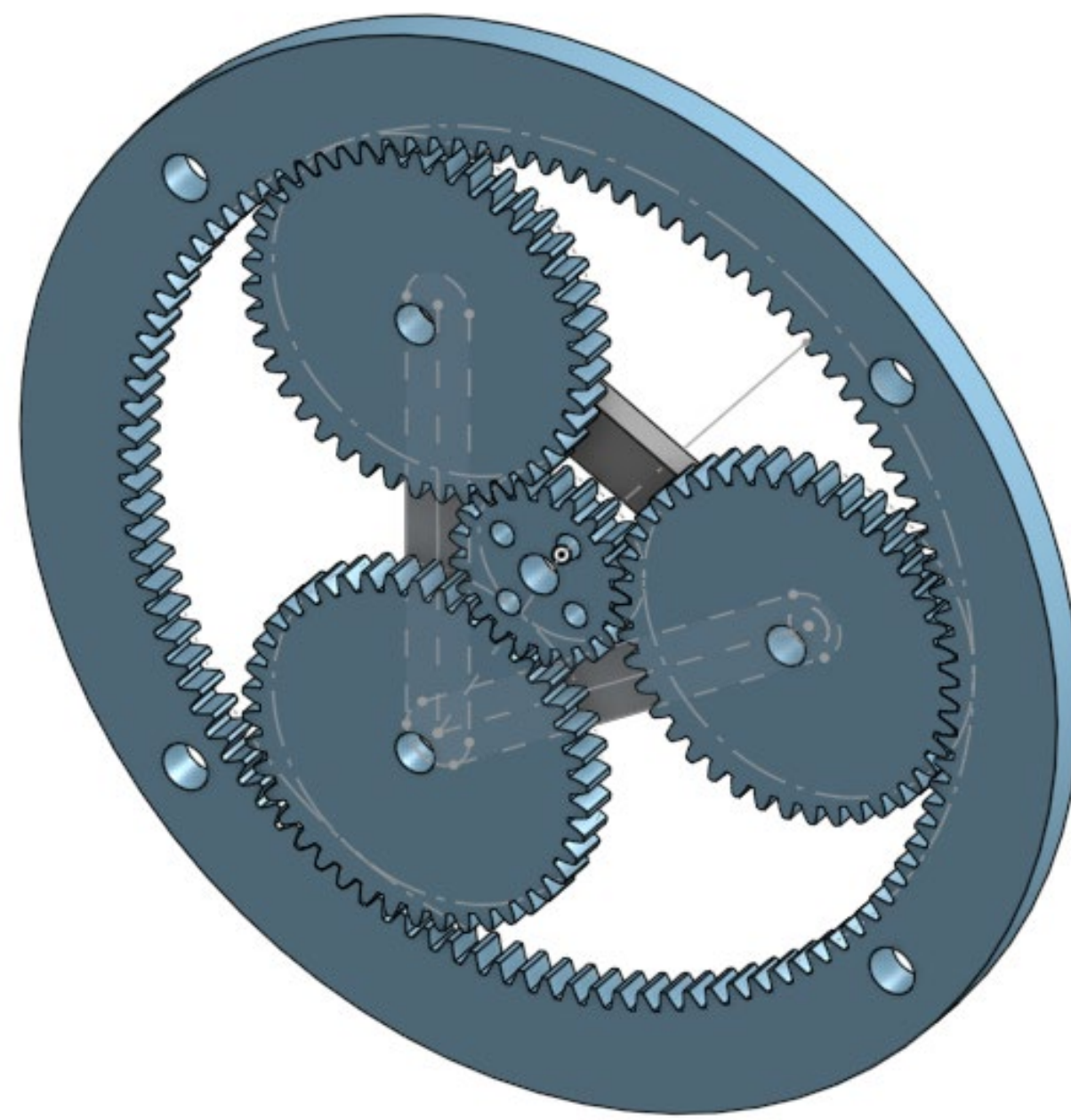
모터를 붙여있게 하는 것 뿐만 아니라, 감속기의 ring 부분이 잘 고정될 수 있도록 하는 역할을 함께 진행한다.

소주 지탱부



위의 두 구조물을 이용하여 소주가 밖으로 날아가지 않고 잘 회전할 수 있도록 한다. 소주캡과 소주의 몸통을 지지하는 두 부분을 슬라이더 형태로 제작하였고, 몸통을 지지해주는 부분에 정삼각형의 형태로 구멍을 뚫어 감속기의 planet 부분과 연결될 수 있도록 제작하였다.

감속기



각속도가 빠르고 토크가 약한 모터를 사용하기로 결정하여, 소주의 큰 토크를 보완하기 위해 감속기를 설계하였다.

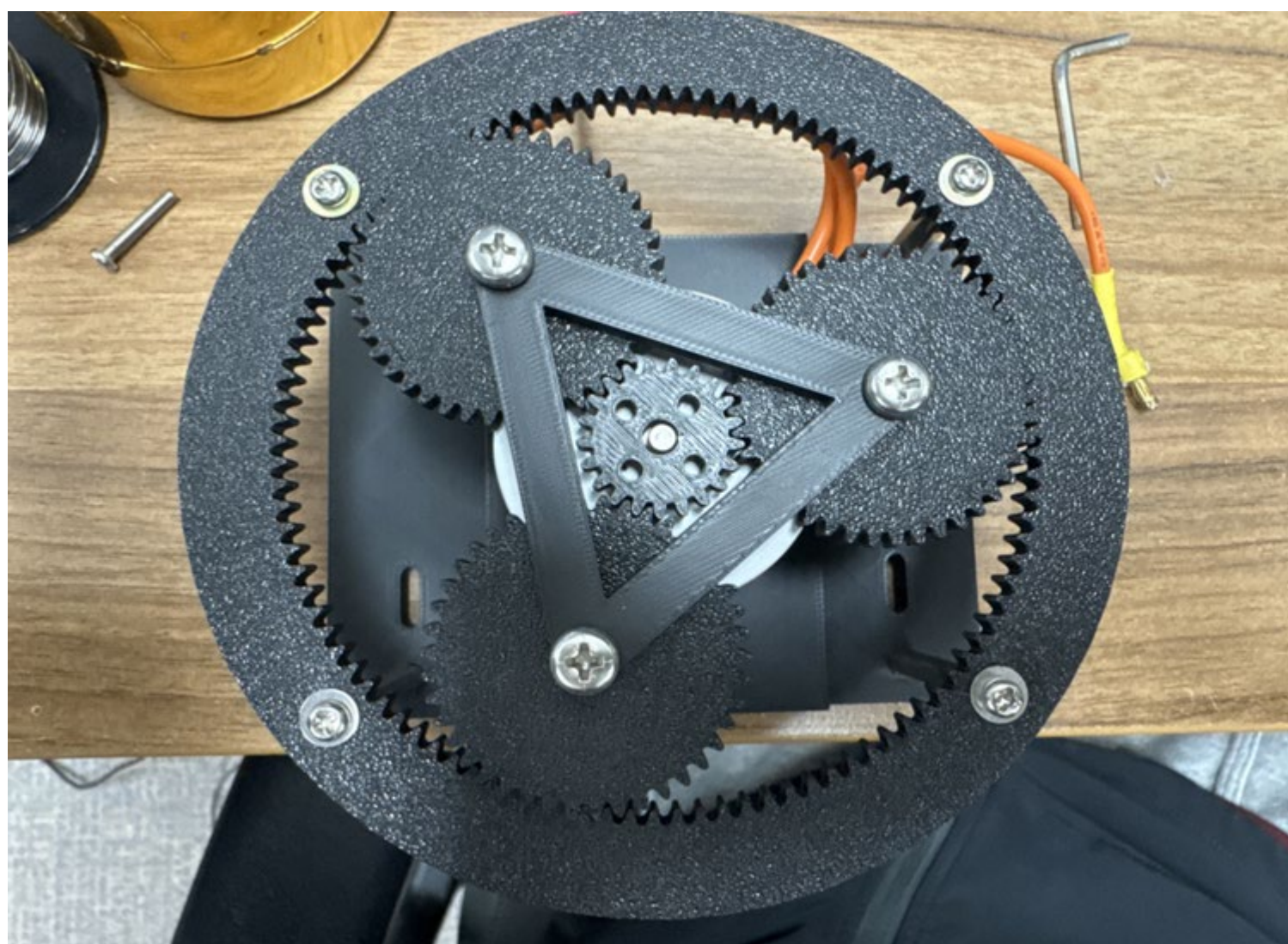
각속도를 1/6배로 해주고, 이를 통해 토크를 약 6배 크게 설계하여 모터에 무리를 주지 않을 수 있도록 했다.

BLDC 모터와 ESC



소용돌이를 만들기 위해 사용한 BLDC 모터와 ESC의 사진이다. 모터, ESC, Power supply를 연결하여 모터의 구동 상태를 확인하였고 servo,microseconds()라는 함수를 활용하여 모터의 각속도를 조정하여 소용돌이를 만들 수 있는 모션을 구현하였다. 이를 각 설계물과 연결하여 최종 산출물을 제작해냈다.

최종 산출물 (Final Output)



[완성된 유성기어의 모습]

- 설계한 술 고정용 홀더로 소용돌이를 만들고자하는 술병을 고정하였다.
- 설계한 바닥면 프로파일 연결부와 술 고정용 홀더를 연결하였다.
- 홀더와 BLDC 모터와 감속기(유성기어)를 연결하여 BLDC 모터의 부족한 토크로 인한 문제점을 보완하였다.
- 모터를 통해 소용돌이를 만든 후 토크가 더 작은 BLDC 모터를 이용해 술을 따라주는 기능까지 구현해냈다.