

양자 영감 설계 최적화 기법 이용한 에어포일 구조의 토폴로지 최적화

(2023.12.13., 양자정보연구지원센터)

- 양자 영감을 받은 설계 최적화 기술 활용, 날개 구조 위상 최적화
 - 양자 영감을 받은 설계 최적화(Quantum-Inspired Design Optimization)
 - 날개 구조 최적 재료 배치를 찾는 설계 최적화는 도메인 내에서 재료를 재배치함으로써 주어진 구조물의 최적화를 의미함, 문제의 복잡성에 기반하여 크기, 형상 및 위상 최적화로 분류됨
 - 위상 최적화: 항공우주 및 자동차 산업에서 안전하고 효율적인 설계를 달성하는 데 중요한 역할을 함, 다음 세대의 첨단 제조 기술 활용하면 기존의 리브-스파 날개(rib-spar wing) 구조에서 벗어나 다양한 항공기 및 자동차 날개 구조를 얻을 수 있음
 - 그러나 대규모 설계 문제를 갖는 항공우주 구조물에 대한 전통적인 위상 최적화 방법은 수정되어야 함
 - 전통적인 공학 최적화 기술의 현재 병목 현상
 - 날개의 형상과 무게는 항공기 성능과 안전에 중요한 역할을 함
 - 날개의 위상 최적화는 무게를 줄이면서 더 안전하고 효율적인 설계 달성을 위해 항공우주 및 자동차 산업에서 중요시되고 있음
 - 그러나 고 종횡비 날개와 같이 계산적인 어려움이 발생하는데, 이는 전통적인 밀도 기반 위상 최적화 방법이 문제 도메인을 균일하게 이산화해야 하는 어려움에서 비롯됨
 - 양자 영감을 받은 설계 최적화 접근법
 - 양자 영감을 받은 접근법은 양자 컴퓨팅의 원리인 간섭, 중첩 및 얽힘과 같은 원리를 활용하여 정보를 처리함
 - 이러한 원리를 모방함으로써 양자 영감을 받은 접근법은 더 큰 해결책 공간을 동시에 탐색하여 고전적인 해결책보다 향상된 결과, 빠른 수렴 속도 및 컴퓨팅 자원의 사용 최소화가 가능함

○ BosonQ Psi의 QIDO solver

- BosonQ Psi의 QIDO solver는 양자 영감을 받은 설계 최적화 솔버로, 설계 공학에서 효율성을 극대화함, QIDO의 글로벌 최적 탐색 능력은 전통적인 최적화 기술과 구분되며, 성능과 효율성이 더 높은 날개 설계를 제공함
- QIDO 솔버는 최적 설계에 수렴하는 데 필요한 반복 횟수를 크게 줄여줌으로써 상당한 시뮬레이션 시간을 단축함
- 또한 양자 알고리즘을 활용하여 QIDO 솔버는 더 적은 컴퓨팅 자원을 사용하여 설계 최적화 프로세스의 비용 효율성을 향상시킴

○ QIDO 솔버의 날개 구조 위상 최적화 결과

- QIDO 솔버를 사용하여 고유한 비행기 날개 구조의 최적 결과를 얻을 수 있음, 이 솔버는 복잡한 설계 문제(예: 구조물의 총 무게 최소화)와 같은 과제에 대해 다양한 최적화 지형을 제시함
- QIDO를 사용하면 소량의 재료로 안전한 날개 구조를 설계하는데 있어서 전통적인 방법보다 우수한 성과를 얻을 수 있음

○ 결론

- QIDO는 날개 구조의 무게 최소화에 혁신적인 접근을 제시함
- 양자 컴퓨팅의 원리를 활용하여 최적화 프로세스에 통합하는 QIDO는 엔지니어가 전역 최소값에 도달하는 데 도움을 주며, 필요한 반복 횟수를 크게 줄여주고 더 적은 컴퓨팅 자원을 사용하여 설계를 최적화함
- 이러한 진보는 효율성을 향상시키고 제조 비용을 감소시키며 항공우주 및 자동차 날개 구조의 성능과 혁신의 경계를 더욱 확장하는 가능성을 제시함
- QIDO를 통해 항공우주 및 자동차 산업 기업이 더 안전하고 효율적이며 가벼운 설계를 달성하는 목표가 더욱 가까워짐

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2023/11/28/topology-optimization-of-airfoil-structures-using-quantum-inspired-design-optimization-technique/>