

최적화 기법을 이용한 공조기용 열교환기의 개발 - 열교환기 흰 형상의 최적화 -

하야세*, 이 재권, 윤 백
삼성전자(주) 공조개발팀

Development of high efficiency heat exchanger for Air-conditioner using optimization technique-Optimization of slit shape for heat exchanger

Hayase Gaku*, Jai-Kwon Lee, Baek Youn

요 약

최근, 수치 유체역학의 보급과 함께, 유체 문제에 있어서의 최적화에 대해서도 많은 검토가 진행되어 왔으나, 설계 변수가 많고 응답이 지극히 복잡한 경우에는 많은 계산 회수가 필요하고, 확률론적인 방법을 사용하지 않을 수 없기 때문에 최적해 그 자체에 대한 신뢰성이 저하되는 경우가 있다.

본 연구에서는 많은 설계 변수로부터 다수의 해공간을 가지는 열유체 문제에 대해 새로운 최적화의 접근방법을 제안, 공조기용 열교환기 흰의 개발에 적용하고, 그 유효성을 검증하고자 하였다.

본 연구에서 수치해석에는 범용 열유체 해석 소프트웨어인 STAR-CD를, 프로세스의 통합화에는 Unix셸 프로그램을, 데이터 샘플링과 최적화 엔진에는 modeFRONTIER 및 iSIGHT사용하였다. 최적화 프로세스는 데이터를 수집하여 목적에 맞는 다수의 해공간(solution domain)으로 나누고, 각 해공간에서 최적화를 향상시키는 과정으로 진행하였다. 다수의 해공간 분할방법은 해공간을 임의로 분할한 후, 각각의 영역에 대해 2차 다항식의 응답함수를 이용하여 응답 국면을 작성하고, 식과 실제 데이터와의 정확성을 평가하는 지표로 자유도 조정 결정계수를 이용하였다. 각 해공간에서의 응답 국면 오차를 최소화 하도록 영역 분할을 반복 실시하도록 하였다.

상기 프로세스를 바탕으로 열교환기 흰 형상 최적화 설계에 적용하고자, 주요 설계 변수로는 슬릿의 폭과 길이 및 각도 등으로 두었으며 기하 형상 에러가 발생하지 않는 설계 변수를 임의로 정의하는 것이 가능한 파라메트릭 프로그램을 작성하였고 Monte Carlo법과 Genetic Algorithm을 이용해 샘플링한 데이터군(8000점)을 6개의 설계 공간에 분할하고 각각의 영역에 있어 비선형 계획법을 적용하고 최적화를 실시하여 열교환기의 흰 형상을 도출하였다.

유효성 검증을 위해 열교환기의 형상은 2열 12단으로 폭400(mm), 전면 풍속 1.5(m/s)의 냉방 조건에 있어서의 측정된 결과 종래의 슬릿 형상을 가지는 흰과 비교하여 열교환량은 동등하면서 압력 손실은 건표면일 경우에 약 10%, 습표면일 경우에 약 25%향상되었다.

이상의 결과로부터 복잡하고 넓은 영역의 설계 공간을, 복수의 좁은 영역의 설계 공간에 분할하는 것으로서, 각각 특징이 다른 비열해(非劣解)를 합리적으로 취득하는 것이 가능함을 확인하였고 또, 최적화의 초기 과정에 있어서는 우선도가 높은 목적 함수만을, 최종적인 최적화 과정에서는 우선도가 낮은 목적 함수를 고려한다고 하는 독립된 2 단계의 최적화를 실시하는 것으로, 최적해를 효율적으로 취득하는 것이 실제 설계 과정에서도 매우 유효하게 적용되어 질 수 있음을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. S. Obayashi, et al., 2003, Visualization and Data Mining of Pareto Solutions Using Self-Organizing Map, Evolutionary Multi-Criterion Optimization (EMO 2003), Lecture Notes in Computer Science 2632, pp.796-809.