

# AVN 모듈의 CAE 해석을 통한 실험 검증과 방열판 최적설계

4조 지도교수 : 이세정

팀원 : 강근혁 김윤정 김초은 신동주 이우정

## 개발 과제의 요약

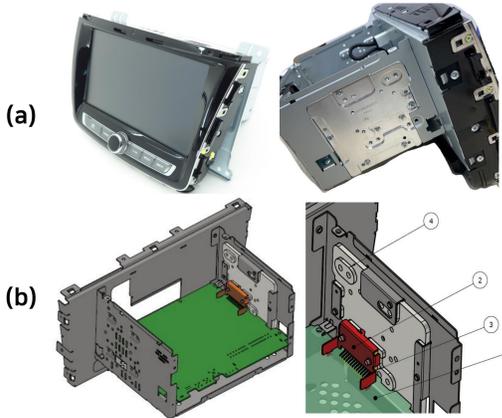


그림 1 AVN 모듈 (a) 실제 사진 (b) 조립도

본 프로젝트는 디젠社의 개발 품목 중 하나인 AVN(Audio Video Navigation) 모듈을 실험, 재해석하여 주요 발열부인 오디오 AMP에 장착된 방열판 최적 설계안을 도출하여 성능 및 가격 경쟁력을 제고하기 위한 산학협력 과제이다. 집약된 전자 회로에서 소자의 고장을 초래하는 가장 주된 원인은 높은 온도이므로, 고온의 작동 환경에서는 효율적인 방열 성능을 갖는 방열판이 요구된다.

이와 같은 요구 사항을 만족하는 방열판 형상 설계를 진행하기에 앞서, 실제 실험과 시뮬레이션을 25°C와 75°C의 외기 온도에서 수행하여 합리적인 시뮬레이션 경계조건을 상정한다. 이후 진행되는 형상 설계를 통한 제품들을 전산유체해석(CFD)을 통해 미리 검증하고 최적의 성능을 보이는 모델을 선택하여 제작하였다. 양산성을 고려하여 총 2가지의 모델을 제작하였으며, 설계 시 각각 알루미늄 판재 방식과 다이캐스팅 방식의 설계 제약 조건을 고려하였다.

실험 및 시뮬레이션을 통해 오차율은 기존 45.44% 대비 7.34%로 실제에 가까운 시뮬레이션의 경계조건을 설정하였으며, 형상 설계를 통해 방열 성능은 기존대비 최대 % 향상 된 것을 확인하였다. 결과적으로 실험으로 해석을 검증하여 시뮬레이션의 정확도를 확인, 개선하였으며 이를 바탕으로 생산 공정을 고려한 방열판 형상 최적 설계안을 제시하였다. 이는 추후 통합 COCKPIT 모듈 열 관리 문제해결에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

## 산업체 요구사항

통합COCKPIT모듈개발 과정에서 열 해석 필요  
열해석팀 부재로 외주화 → 해석 신뢰성 ↓



실험 실증 가능 → 해석 신뢰성 ↑

CAE 해석, 창의적인 아이디어를 통한 문제 해결

## 개발 목표

- 해석 신뢰도 향상 : 실험과 시뮬레이션의 오차 10% 이내
- 형상 설계를 통한 방열 성능 향상 : 방열 성능 5% 향상

## 문제 정의

열 해석 검증

방열판 최적 설계

- 요구사항
- 해석 정확도 향상
- 목적합수
- 실험과 시뮬레이션 오차 최소화

- 요구사항
- 방열 성능 향상
- AMP 온도 상한 조건 만족
- 양산 위해 형상 복잡도 고려
- 목적합수
- 방열판 평균온도 최소화

## 기존 열 해석 검증 및 개선

설계에 앞서, 해석의 신뢰성을 확인하기 위해 기존 방열판을 이용하여 실험과 시뮬레이션 결과를 비교함

### (1) 실험

- ◆ 실험 목적
- 외주 업체에서 진행한 실험결과의 신뢰성 검증
- 열 해석 시뮬레이션 결과와 비교 검증
- 작동 시 기존 방열판의 온도분포 파악

◆ 실험 장비

- AVN 모듈, 온도 계측기, 향온 향습기, 풍속계

◆ 실험 조건

- ① 실험 온도: 상온 25°C / 고온 75°C
- ② AVN 출력: 네비게이션(GPS) 실행, USB Video Play Mode(최대 음량, 반복 재생)

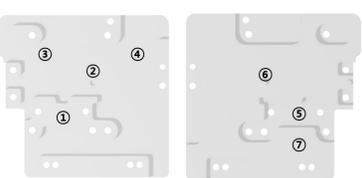


그림 2 온도 측정 지점



그림 3 실험 장비가 장착된 모습

### (2) 시뮬레이션

◆ 해석 모델 형상 및 경계 조건

실험을 통해 확인한 실제 AVN 모듈의 발열 양상을 고려하여 발열체(AMP)와 방열판, Fan, 내부 유동으로 간소화하여 모델링

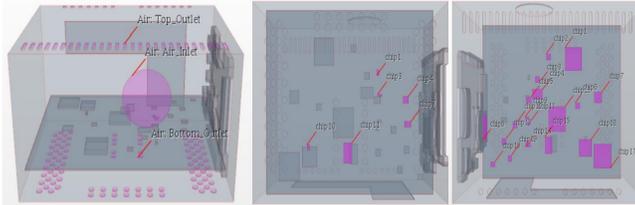


그림 4 해석 모델 및 경계 조건

- AMP, Chip : Volume heat flux
- Fan : Velocity Inlet
- 외기 & 실버 박스 바깥면 : Convection
- 실버 박스 내기 출구 : Pressure Outlet

### (3) 실험과 시뮬레이션 비교

	기존 시뮬레이션	개선된 시뮬레이션
특징	AMP와 방열판 사이의 전도 현상만 고려	- 유동공간을 형성하여 실버박스 내부, 외부에서 발생하는 대류 고려 - 유동 공간 내부 칩의 발열량 고려
최대 온도 실험값과 오차(%)	45.44	7.34

## 개념설계

- 방열 성능을 향상 시키기 위해 접촉 면적을 최대화하는 설계안 도출
- 최대온도(6), 부피(5), 형상 복잡도(4)를 고려함.

	1안	2안	3안	4안
형상				
총점 (15)	13	14	12	12

	5안	6안	7안
형상			
총점	11	11	11

- 다이캐스팅 방식과 알루미늄 판재 방식으로 제작이 가능하지만 생산 방식에 따라 제작 가능한 설계안이 다름
- 각 방식으로 제작 가능한 모델 중 가장 점수가 높은 2안(다이캐스팅 방식)과 4안(알루미늄 판재 방식) 선정

## 상세설계

각 생산 방식에서 고려해야하는 조건을 반영하여 설계문제 정의

◆ 설계문제 정식화

1. 알루미늄 판재 방식

2. 다이캐스팅 방식

Design Variables	$8 \leq \text{Number of fins} \leq 11$ $1\text{mm} \leq \text{Height of Fins} \leq 2\text{mm}$
To minimize	Average Temperature of HotSink
Subject to	Maximum Temperature $\leq 85^\circ\text{C}$ Total Length = 81.4mm

Design Variables	$2\text{mm} \leq \text{Interval} \leq 4\text{mm}$ $0\text{mm} \leq \text{Fillet Radius}_1 \leq 4\text{mm}$ $2\text{mm} \leq \text{Fillet Radius}_2 \leq 10\text{mm}$ $2.5\text{mm} \leq \text{Thickness} \leq 3\text{mm}$ $1.5\text{mm} \leq \text{Gap} \leq 2\text{mm}$
To minimize	Average Temperature of HotSink
Subject to	Maximum Temperature $\leq 85^\circ\text{C}$ Total Length = 81.4mm

◆ 최종 설계안 및 시제품

알루미늄 판재방식은 가능한 설계안 모두 시뮬레이션 돌려 결정  
다이캐스팅 방식은 설계변수가 다양하여 시뮬레이션 결과 값으로 얻은 최적값을 설계에 적용



그림 5 (a) 알루미늄 판재 (b) 다이캐스팅 방식 모델 및 시제품

## 개선된 열 해석 검증

실험 온도(°C)	알루미늄판재 방식				다이캐스팅 방식			
	E	S	E	S	E	S	E	S
최대 온도(°C)								
오차(%)								
평균 온도(°C)								
오차(%)								

E : 실험 결과(Experiment), S : 해석 결과(Simulation)

## 평가

평가항목 (비중(%))	평가 방법	개발 목표치	달성률 (%)
열해석 검증 (40)	실험과 시뮬레이션 결과값 오차 비교	오차 10% 이내	
방열 성능 (50)	방열판 평균 온도 (실험온도 75도 기준)	평균온도 5%감소	
	최고온도 만족 여부	85도 이하	100
양산성 (10)	가능 여부	산업체 문의	100
체결성 (10)	가능 여부	체결 확인	100