PC용 냉각팬의 형상 및 블레이드의 수 변화에 따른 냉각성능

박원걸*, 이동렬*
*대구가톨릭대학교 기계자동차공학부
E-Mail: dlee@cu.ac.kr

Cooling Performance of PC cooling Fan For Various Cooling Fan Blade numbers and Design Shapes

Won Keol Park*, Dong Ryul Lee*
*School of Mechanical and Automotive Engineering,
Catholic University of Daegu

요 약

본 연구는 PC용 냉각팬의 효율적인 설계를 위하여 냉각팬의 형상 변경 및 블레이드의 수 변화를 통해서 PC 부품 발열체의 온도변화를 수치해석적으로 수행하였다. 기존의 냉각팬 형상을 기준으로 블레이드의 수를 변화시키고 실제 형상을 변경한 냉각팬을 동일한 설계 입력조건를 적용하여 비교 분석하여 냉각성능을 파악하였다. 두 Case를 비교한 결과 기존 형상은 블레이드의 수가 증가 할수록 냉각효과가 커졌고, 형상을 변경한 냉각팬의 경우 Blade 6에서 가장 큰 냉각 효과를 보였다. 그리고 Blade 6과 8을 비교해 봤을 때 두 블레이드 사이에서 온도차이는 미소한차이로 냉각효과를 비교하기 어려웠다. 두 Case에서 제작과정과 비용을 비교해 보았을 때 Case 2의 Blade 6 경우가 더 우수한 것으로 보아 형상을 변경한 블레이드에서 최적설계를 얻을 수가 있었다.

1. 서론

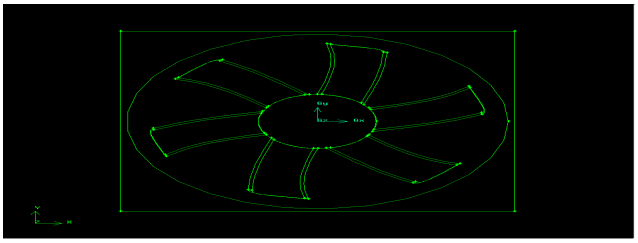
전자 부품의 성능향상으로 인해 시스템 내의 발열량이 증가하여 부품 수명이 줄어들었고 이에 상응하여 냉각팬의 성능 또한 개선발전 해왔다.

시스템 내의 발열량 문제를 보완하기 위해 수치해석을 통한 유도전동기용 냉각팬[1], 데스크탑 PC용 CPU 냉각기의 열 및 유동 해석[2], 유량변화에 따른 자동차용 냉각팬의 성능특성 해석[3], 송풍량 변화에 따른 냉각팬의 성능 특성 연구[4], 오일쿨러 냉각팬 성능 연구 및 CFD 해석을 통한 오일쿨러의 최적화 설계[5], Fan 냉각장치에서 System 저항에 관한 수치해석 연구[6], Front End Airflow의 유동해석을 위한 차량용 냉각환의 MRF 모델링연구[7], SRM을 이용한 자동차용 Radiator 냉각팬 구동시스템연구[8], 또한, 냉각팬의 성능이 향상 함에 따라 발생하는 소음 문제를 보완하기 위해 축류팬 입출구 형상이 성능과 소음에 미치는 영향에 관한 연구[9], 공기조화기 축류팬의 공력소음 특성 연구[10], 사용 CFD코드를 이용한 냉각환 공력소음의 발생 및 방사해석[11] 등 많은 연구가 수행되어져 왔다.

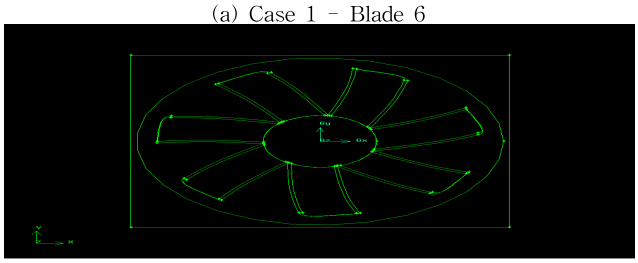
본 연구는 상용 해석 프로그램인 Fluent 6.3.26를 사용하여 PC용 냉각팬의 블레이드 개수 변경 및 기존형상과 형상 변경을 통한 PC 부품 발열체의 온도변화를 측정하고, 위치에 따른 열전달계수를 해석하여 냉각성능을 확인하여 PC용 냉각팬의 최적설계에 목적을 두었다.

2. 수치해석 방법

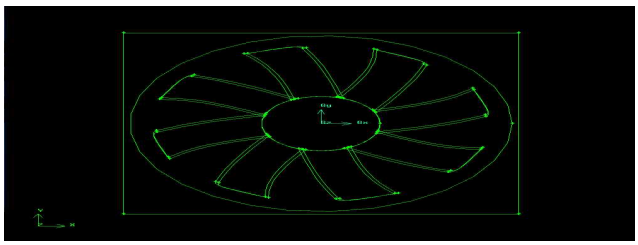
블레이드 개수 변화와 팬의 형상 변경을 통해 PC 부품 발열체의 온도장, 속도장을 수치적으로 해석하였다. 기존 냉각팬의 형상에서 블레이드 개수를 변화하고, 그리고 냉각팬의 형상을 변경하여 개수 변화에 따른 PC 부품 발열체의 온도 변화를 알아보았다. Fig. 1은 기존형상(Case 1 - blade 6, 7, 8)을 블레이드 개수에 따라 모델링 하였고 실제 변경한 형상(Case 2 - blade 6, 7, 8)을 블레이드 개수에 따라 모델링 하였다. 본 연구에서는 Gambit 2.4.6을 사용하여 모델링 하였고 상용 해석 프로그램 Fluent 6.3.26을 사용하였다.



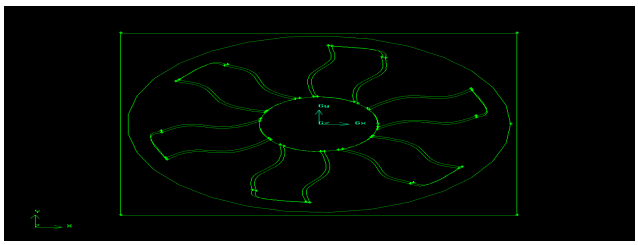
(a) Case 1 - Blade 6



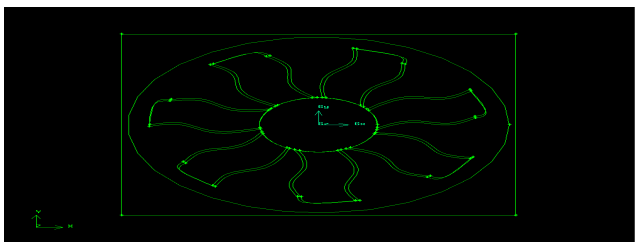
(b) Case 1 - Blade 7



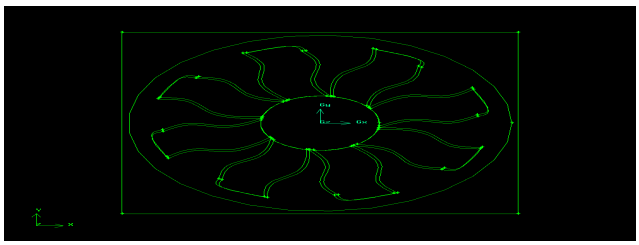
(c) Case 1 - Blade 8



(d) Case 2 - Blade 6



(e) Case 2 - Blade 7



(f) Case 2 - Blade 8

[Fig. 1] Cooling Fan Shapes of Case 1 and Case 2

2.1. 설계조건

설계조건은 정상 상태, κ-ε 난류 모델, 에너지 보존법칙을 적용하였다. 블레이드의 회전속도는 800rpm, 팬의 온도는 300K, PC 부품 발열체를 360W/m^2, Inlet의 속도는 150 m/s, 공기의 온도는 300K, 발열체의 재료는 Aluminum으로 입력하였다. Case 1과 Case 2 경우 동일한 설계입력조건으로 해석하였다.

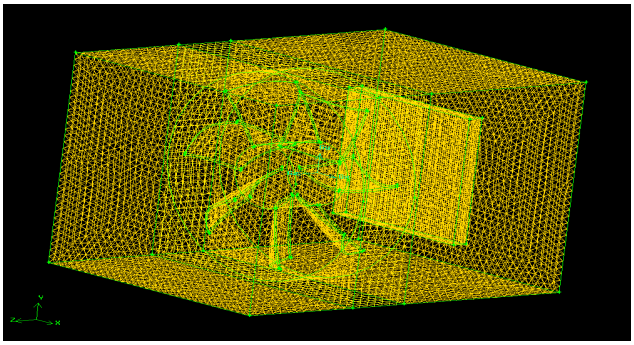
[표 1] 설계입력조건

Rotation Speed (rpm)	800
Temperature of Fan (K)	300
Heat Flux of heat Source (W/m^2)	360
Velocity Magnitude (m/s)	150
Air Temperature (K)	300
Material of Heat Source	Aluminum

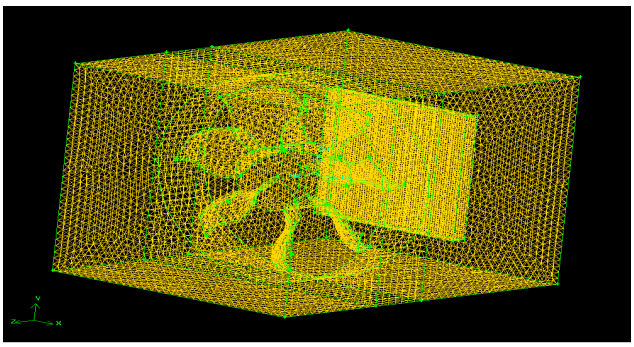
2.2 격자형성

본 연구는 수치해석을 위해 Gambit 2.4.6을 사용하였다. Fig 2는 기존 PC용 냉각팬의 실제 형상을 보여준다. Fig 3에서 보이는 듯이 기존 냉각팬의 형상인 Case 1의 경우 격자형성은 face를 Quad/Tri - Pave Type을 사용하였고, Case 2의 경우 Case 1보다 형상이 복잡하여 Tri - Pave Type을 사용하였다. PC 부품 발열체는 각각 Hex - Map Type을 사용하였고, 전체의 Volume은 Tet/Hybrid - TGrid Type을 사용하였다. Grid의 개수로 Case 1의 경우 125303개를 생성하였고, Case 2의 경우 143874개의 Grid를 생성하였다.

[Fig. 2] The Actual Shape of The Cooling Fan



(a) Grid of Cooling Fan (Case 1 - Blade 7)

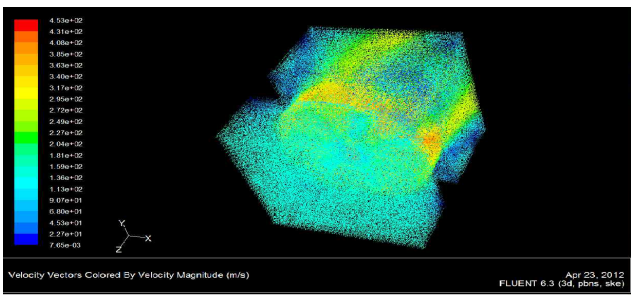


(b) Grid of Cooling Fan (Case 2 - Blade 7)

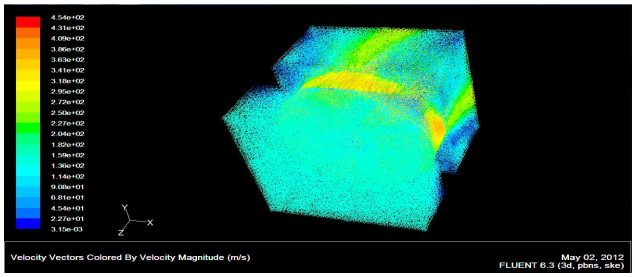
[Fig. 3] Grid of Cooling Fans.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 기존 냉각팬의 형상에서 블레이드의 개수를 변경하였고, 실제 형상을 변경하여 기존 형상과 변경한 냉각팬의 블레이드 개수에 동일한 설계 입력조건에서 PC 부품 발열체의 온도변화를 측정하였다. Fig. 4는 Case 1과 Case 2의 속도분포를 나타내는 백터장이다. 동일한 설계입력조건을 적용했을때 두 가지 경우 다 냉각팬에서 속도분포가 빨라지는 것을 볼 수 있다. Case 1은 면적이 넓어지면서 속도가 5%정도 줄어드는 것을 알 수가 있었고, Case 2는 11%정도 속도가 줄어드는 것을 알 수 있었다.



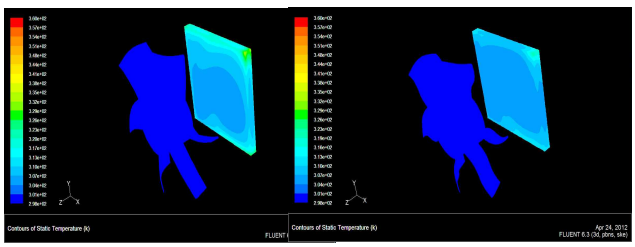
(a) Case 1 - Blade 7



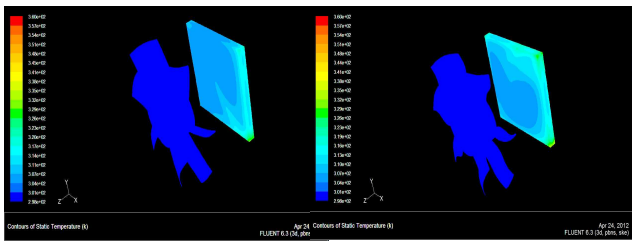
(b) Case 2 - Blade 7

[Fig. 4] Velocity Vectors Colored by Velocity Magnitude in Cooling Fan

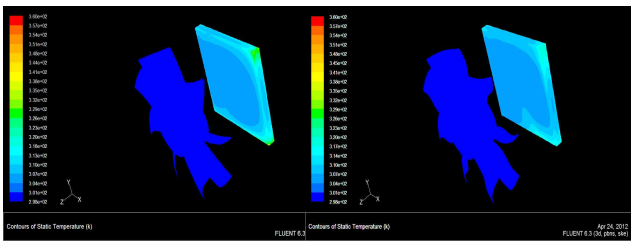
Fig. 5는 동일한 설계 입력조건을 적용했을때 냉각팬에 의해 냉각되는 PC 부품 발열체의 온도변화를 보여준다. 기존형상인 Case 1의 경우 각 블레이드 수에 따라서 변하는 온도분포를 보여주고, 형상을 변경한 Case 2의 경우 각 블레이드 수에 따라서 변하는 온도분포를 보여준다. 기존형상인 냉각 팬의 경우 블레이드의 수가 많아질수록 냉각정도가 좋았고, 변경한 형상인 Case 2는 Blade 6, 8이 Blade 7보다 많은 온도강하를 보여주고 있다.



(a) Case 1 and Case 2 in Cooling Fan (Blade 6)



(b) Case 1 and Case 2 in Cooling Fan (Blade 7)

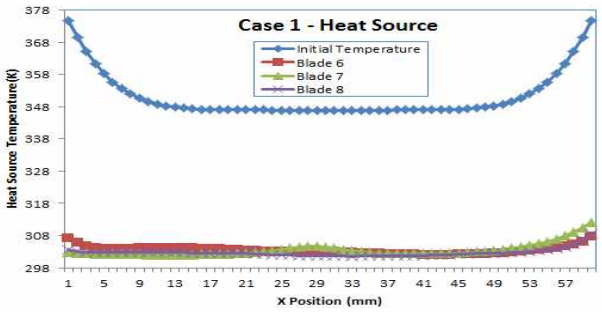


(c) Case 1 and Case 2 in Cooling Fan (Blade 8)

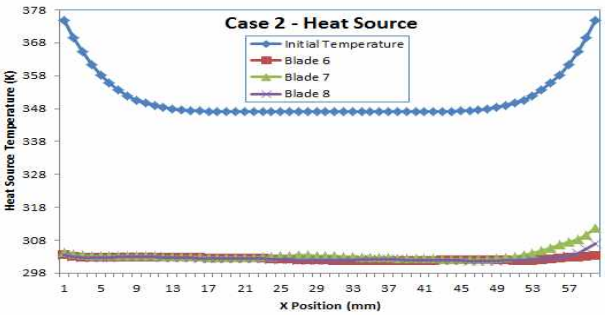
[Fig. 5] Temperature Distributions of Case1 and Case 2 in Cooling Fan

Fig. 6은 X Position(발열체의 가로 폭)에 따른 Case 1과 Case 2의 온도 변화를 보여준다. 기존형상과 변경한 형상을 비교해 보았을때 두 개의 Case에서 Blade 6에 대한 온도변화가 평균적으로 큰 값을 가지는 것을 볼 수 있다. 그리고 Blade 6, 8이 미소차이로 근사한 값을 가졌다. Case 1의 PC 부품 발열체의 경우 45~70℃ 범위 내에서 냉각 되었고, Case 2 경우 44~72℃ 사이에서 냉각 되었다. 각 X Position의 Case 2 경우가 위치에 따라 1~2℃ 정도 온도가 높게 나왔다.

Fig. 7은 Y Position(발열체의 세로 폭)에 따른 Case 1과 Case 2의 온도변화를 보여준다. Y Position에 따른 각 블레이드의 온도차이가 X Position과 달리 Case 1의 경우에서 5~10℃ 정도 온도가 높게 나타났다.

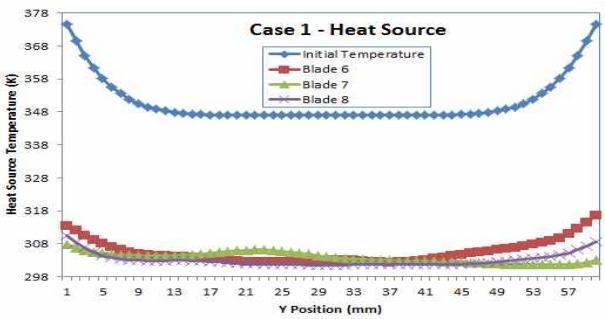


(a) Case 1

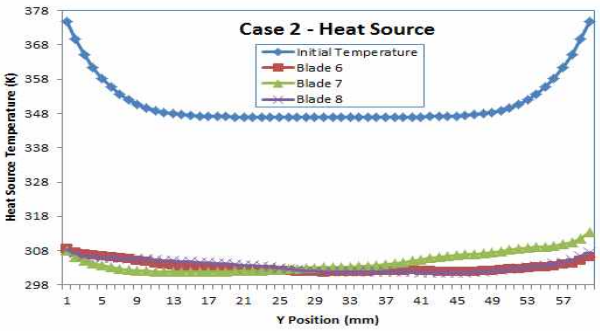


(b) Case 2

[Fig. 6] Heat Source Temperature versus X Position in Each Case



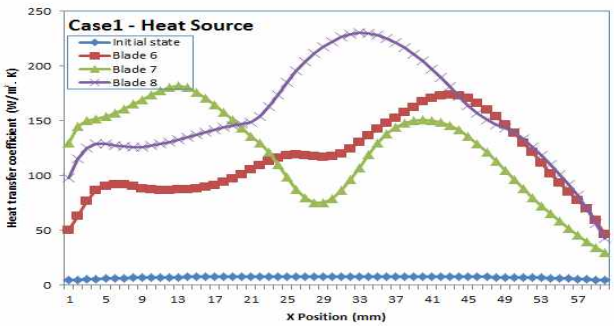
(a) Case 1



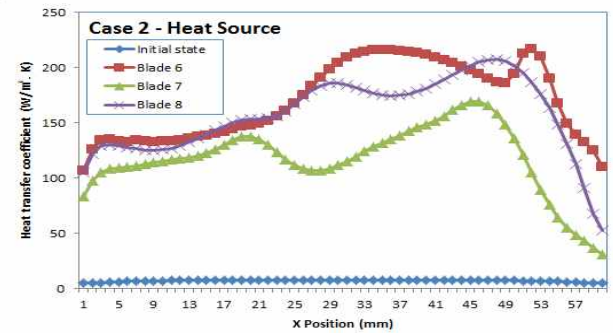
(b) Case 2

[Fig. 7] Heat Source Temperature versus X Position in Each Case

Fig. 8, 9는 각각의 Case에서 X, Y 위치에 따른 열전달 계수의 값을 나타낸다. 이 그래프로 냉각이 잘 될수록 열전달계수가 높다는 것을 알 수가 있다. 앞에 결과와 마찬가지로 Case 1에서는 X Position에 따라 Blade 8에서 열전달계수가 높았고, Blade 6, 7과 비교하여 각각 22%, 26%의 차이가 났고, Y Position에 따라서 각각 34%, 10%의 차이가 났다. Case 2에서는 X Position에 따라 Blade 6에서 열전달계수가 높았고, Blade 7, 8과 비교하여 각각 22%, 4%의 차이가 났고, Y Position에 따라서 각각 13%, 1%의 차이가 나는 것을 알 수가 있었다.

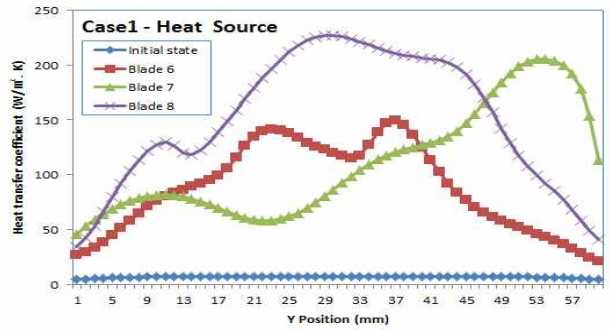


(b) Case 1

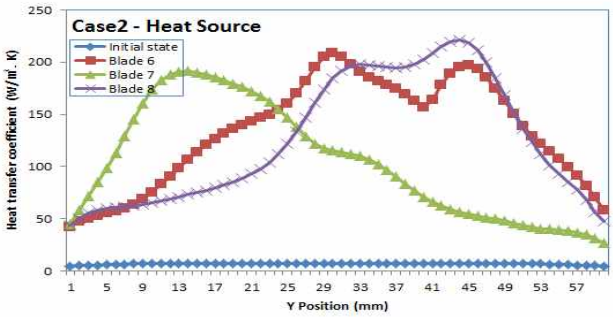


(b) Case 2

[Fig. 8] Heat Transfer Coefficient of Each Case versus Y Position



(a) Case 1



(b) Case 2

[Fig. 9] Heat Transfer Coefficient of Each Case versus Y Position

4. 결 론

본 연구는 PC용 냉각팬에 동일한 설계 입력조건을 적용 했을 때 블레이드형상과 개수를 변화하여 PC 부품 발열체의 온도 변화를 측정하여 냉각효과를 알아 보았다.

(1) Case 1에서 블레이드 수가 증가 할수록 냉각효과가 좋았으며, Case 2에서 Blade 6에서 냉각효과가 가장 좋았다.
(2) 형상 변경한 Blade 6과 Case 1의 Blade 8을 비교해 보았을 때 거의 온도차이가 나타나지 않았다.
(3) 제작과정과 제작비용을 고려해 보았을 때 형상을 변경한 Case 2 - Blade 6이 시스템을 냉각시키는데 효과적일 것으로 보인다.
(4) 열전달계수가 높을 수록 냉각효과 좋다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

[1] 이 상 환, 신 재 호, 서 인 수, 구 대 현, “수치해석을 통한 유도전동기용 냉각팬 설계″, 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 589-590, 2월, 2008

[2] 최 지 훈, 유 정 현, 서 민환, 강 신 재, 김 철주, “데스크탑 PC용 냉각기의 열 및 유동 해석”, 대한기계학회 열공학부문/유체공학부문 춘계학술대회 논문집 pp. 291-297, 2008

[3] 신 민 호, 손 권, 김 광 추, 김 경 훈, “유량변화에 따른 자동차용 냉각팬의 성능특성 해석”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집 pp. 1254-1259, 2003

[4] 이 규 상, 정 석 윤, 김 경 훈, “송풍량 변화에 따른 자동차용 냉각팬의 성능 특성에 관한 연구”, 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집 pp. 1385-1390, 2002

[5] 이 중 섭, 서 정 세, 송 철 기, “대형 디젤엔진 자동변속기 오일쿨러 냉각팬 성능에 관한 연구”, 유체기계저널, 제13권, 제6호, pp. 71-76, 10월, 2010

[6] 김 동 일, 복 기 소, 이 승 규, “Fan 냉각장치에서 System 저항에 관한 수치해석”, 대한기계학회 춘계 논문집, 2004

[7] 김 영 호, 이 동 현, 하 종 백, 이 태 원, “Front End Airflow의 유동해석을 위한 차량용 냉각휀의 MRF 모델링”, KSAE 부문종합 학술대회, 2010

[8] 윤 용 호, 김 재 문, 박 상 훈, 원 충 연, “SRM을 이용한 자동차용 Radiator 냉각팬 구동시스템”, 전기학회 논문지, 58P권, 3호, 9월, 2009

[9] 엄 윤 섭, 김 정 훈, 김 대 식, 최 대 환, 황 성만, 구 정 환, “축류팬 입출구 형상이 성능과 소음에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한기계학회 열 및 유체공학부문 춘계학술대회 논문집 pp. 277-281, 2001

[10] 이 수 영, 한 재 오, 김 태 헌, 이 재 권, 전 완호, “공기조화기 축류팬의 공력소음 특성 연구”, 유체기계공업학회 제4회 한국유체공학학술대회 논문집, 제1권, pp. 23-25, 8월, 2006

[11] 상용 CFD코드를 이용한 냉각휀 공력소음의 발생 및 방사 해석“, 유체기계저널, 제5권, 제1호, pp. 13-19, 8월, 2001