

열전소자를 이용한 컴퓨터 냉각시스템 개발

The Cooling System for Computer using Thermoelectric Module

*이현용, 강재훈, 임선종, 이승우

*H. Y. Lee (lhy635@kimm.re.kr), J. H. Kang, S. J. Lim, S. W. Lee

한국기계연구원 지능형생산시스템연구본부 광응용생산기계연구실

Key words : Cooling System, Thermoelectric Module, C cooler, Water Cooling, Thermoelectric semiconductor

1. 서론

컴퓨터의 냉각에 대한 연구는 국내외에서 활발하게 진행되고 있다. 현재까지 제안된 방법은 냉각팬을 이용한 공랭식, 물을 이용한 수냉식, 열전소자를 이용한 냉각 등이 있으나 상품화로 연결된 것은 대부분 냉각팬을 이용한 공랭식이다. 공랭식은 저렴하고 설치가 용이하기 때문에 가장 선호하는 방식이나 냉각에 한계가 있다. 수냉식은 냉각효율은 좋으나 설치하는데 어려움이 있고, 누수가 발생하면 시스템이 손상되기 때문에 극히 일부에서만 사용하고 있다. 최근에는 열전소자를 이용하여 냉각하는 방식을 많이 연구하고 있으며, 본 연구에서는 열전소자를 이용하여 냉각유니트를 개발하였다.

기존에 개발된 대부분의 냉각장치는 CPU등 특정한 부분만을 냉각시키고자 하였으나 냉각을 효과적으로 하기 위해서는 컴퓨터 내부 전체를 냉각시키는 것이 효과적이라 판단되어 본 연구에서는 컴퓨터 내부 전체를 냉각시키는 것을 목표로 연구를 수행하였다.

참여기업에서는 “산업용컴퓨터 VME RACK SYSTEM의 냉각장치”를 개발하여 전시회에 출품하여 좋은 반응을 얻었으나 사업화에는 실패하였다. 판매가 전혀 이루어지지 않았다. 원인을 분석하여본 결과 컴퓨터의 구조를 변경하여야 하는 것이 문제로 지적되었다. 산업용 컴퓨터는 저가이지만 이 시스템이 제어하는 설비는 매우 고가이기 때문에 구조변경이 용이하지 않았다.

따라서 본 연구에서는 컴퓨터의 구조변경이 없이 컴퓨터를 냉각시키는 방법을 개발하고자 하였으며 다음과 같은 기본원칙을 설정하고 이를 실행하였다.

- 특정부위가 아닌 컴퓨터 내부 전체를 냉각대상으로 한다.
- 열전소자를 이용한 냉각장치
- 설치를 용이하게 하기 위해 실외기와 실내기를 구분한다.
- 기존 컴퓨터의 개조없이 사용이 가능(부착의호환성)

기존에 개발된 컴퓨터의 냉각방법은 공랭식과 수냉식이 대부분이나 본연구에서는 열전소자를 이용한 냉각방식을 채택하였으며, 냉각 대상도 CPU등 특정부위가 아닌 컴퓨터 내부 전체를 냉각하는 방식으로 하였으며 다음과 같은 냉각 유니트를 개발하였다.

- 실외기 방식의 냉각 유니트
- 컴퓨터 부착형 냉각 유니트
- 컴퓨터 내장형 냉각 유니트

2. 실외기 방식의 냉각 유니트

기존에 컴퓨터 내부의 열을 방출시키기 위해 일반적으로는 팬과 같이 대기 순환을 이용한 공랭식 쿨링 시스템을 사용하고 있다. 공랭식은 전적으로 컴퓨터 외부의 공기온도에 의존하기 때문에 외부 온도가 높거나, 산업 환경이 더운 장소나 밀폐된 공간과 같은 특수 장소에서는 냉각효율이 떨어져, 안정적인 컴퓨터 구동에 치명적인 문제점을 가지고 있다. 냉각효율을 높이기 위한 방법으로 수랭식 냉각장치가 있지만, 냉각을 위한 장치들이 공랭식에 비해 대단히 크고 복잡하여 고가 일 뿐만 아니라, 유지 보수가 힘들어 특수 분야에만 사용하고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 열전소자를 이용한 컴퓨터의 냉각방법이 연구되어 왔으나 사업화에는 실패하였다. 기존에 개발된 방법은 컴퓨터 상단의 케이스를 절단하여 냉각장치를

설치하기 때문에 설치에 어려움이 있었다. 또한 제어용 컴퓨터는 저가이어도 이것이 제어하는 설비는 매우 고가이기 때문에 사용자가 이를 기피한 것이 상업화 실패의 주요인이 되었다.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 컴퓨터의 냉각팬을 이용하여 찬공기를 컴퓨터 내부로 송풍하여 컴퓨터 내부의 온도를 식혀주는 방식을 사용하였다. 또한 설치를 용이하게 하도록 냉풍발생장치를 분리하였다. 이는 일반 에어컨이 일체형이 아닌 분리형을 대부분 채택하고 있다는 점에 착안하였다. 편의상 여기에서는 냉각장치를 실외기로 표기하였다. 실외기 방식의 기본 개념도는 Fig. 1과 같으며 실외기 방식의 냉각 유니트의 장단점은 다음과 같다.

장점 : 온도제어기와 냉각 유닛 일체형 구조.

간편한 설치 - Ø12 호스를 이용하여 발열체(PC, projector등)에 장착

단점 : -9℃의 차가운 바람은 생성 되나 적은 풍량으로 인해 발열 해소가 어려움

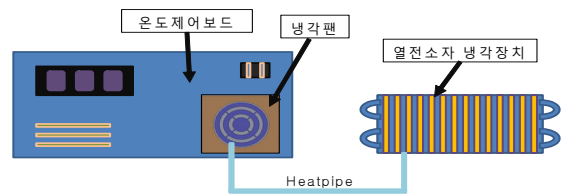


Fig. 1 Concept drawing of separation type cooling unit

3. 컴퓨터 부착형 냉각 유니트

실외기 방식의 경우 시제품을 제작하여 시험을 한 결과 차가운 공기를 이송하는 경우 에너지 손실이 매우 크기 때문에 상품화하는데에는 문제가 있다는 것이 발견되었다. 이러한 문제를 해결하는 방안의 하나로 컴퓨터 부착형 냉각 유니트의 개발이 제안되었다.

컴퓨터 부착형 냉각 유니트는 열전소자를 이용한 냉각장치를 컴퓨터의 냉각팬 부착자리에 설치하여 열전소자에 의해 차가워진 공기를 컴퓨터 내부로 보내어서 컴퓨터를 냉각시키는 것이다.

부착형 방식의 장점은 저전력(50w)의 DC12V 5A 어답터 전원으로 작동하여 찬공기를 직접 컴퓨터 내부로 송풍하기 때문에 송풍과정에서의 열손실이 없는 것이며, 단점으로는 냉각장치의 소형화로 인해 냉풍기능에 한계가 있다는 것이다.

Table 1 Specification of cooling unit

일반제원	전력제원	AC Free Volt	
용량	냉각방법	최대 120 watt	
기기적제원	작동전압, 전류	최대 DC 5A / 24 V	
	전력소모	120 watt	
	전원공급	AC 220volt/AC 110volt 50/0 Hz	
	흡수	냉풍유량	1.3 m ³ liter / 분
		냉풍온도	토출구 기준 최대 -15 °C
기타사항	제품크기	150 x 200 x 150 mm	
	중량	2 Kg	

4. 컴퓨터 내장형 냉각 유니트

컴퓨터 부착형 냉각유니트는 당초 예상과는 달리 장착하는데 어려움이 있고 냉각장치가 돌출되어 있기 때문에 제어용 컴퓨터가 랙에 들어가 있는 경우 현실적으로 설치가 어렵다는 점이 지적되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 설치가 용이하고 냉각 효과가 확실한 내장형 냉각 유니트를 개발하였다. 컴퓨터 내장형 냉각 유니트는 다음과 같은 사항을 고려하여 제작하였다.

- 냉각 유니트의 크기를 기존 하드디스크가 장착된 공간에 설치 가능하도록 크기를 최소화 하였다.
- 냉각 유니트 크기에 제약이 있기 때문에 열전소자의 발열부를 물을 이용하여 냉각하는 수냉식으로 하였다.
- 컴퓨터 내부 발열량을 감안하여 충분한 냉각 혹은 항온(40°C 이하)을 유지할 수 있도록 설계/제작하였다.
- 정밀 온도 컨트롤러의 제어는 SSR신호 on-off 방식 ±0.5°C 정밀제어 방식

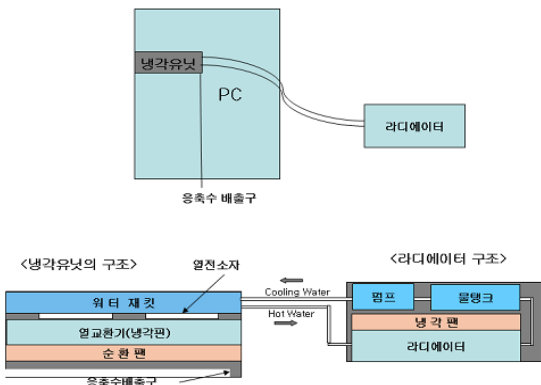


Fig. 2 Concept drawing of inserted type cooling unit

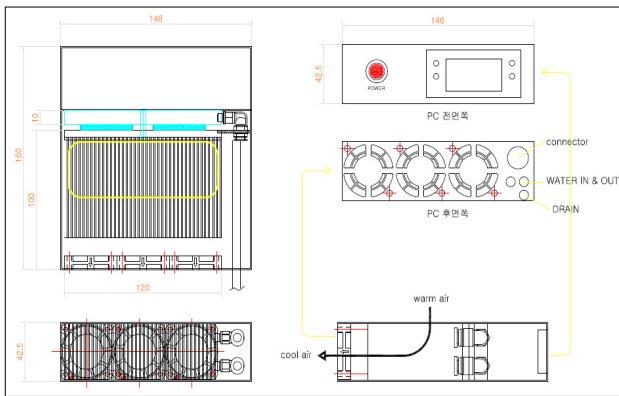


Fig. 3 Drawing of inserted type cooling unit

내장형 방식의 장점은 컴퓨터 하드드라이브 위치에 장착하여 컴퓨터와 일체형 구조인 것과 컴퓨터 전면 LCD화면을 통해 컴퓨터 내부온도를 볼 수 있고, 열전소자의 발열부를 자켓으로 냉각시키므로써 열전소자의 냉각효율 극대화 할 수 있다는 것이며 단점으로는 열전소자의 발열부를 자켓으로 냉각시키기 때문에 수냉식이 가지고 있는 단점이 있다.

5. 냉각 유니트의 실험

개발된 3개의 유니트에 대한 냉각시험을 하였다. 시험 방법은 CPU를 100% 작동하도록 프로그램을 작성하여 운영함으로써 컴퓨터의 과열현상을 인위적으로 발생시킨 후 개발된 냉각 유니트를 이용하여 냉각 효과를 측정하였다. 3가지의 냉각 유니트를 개발하였으나 실외기 방식의 경우 냉각효과가 매우 미비하기 때문에 실험에서 제외하였으며 부착형 냉각유니트와 내장형 냉각 유니트를 중심으로 냉각 효과에 대한 실험을 하였다.

먼저 CPU의 오버클럭킹을 통하여 컴퓨터의 발열을 유도하였다. 프로그램은 Prime95을 사용하여 CPU를 100% 가동하도록 하였다. 컴퓨터의 냉각효과를 측정하기 위해 4개의 온도센서를 사용하였다. 4개의 온도센서는 컴퓨터의 CPU, HD, 내부온도 측정센서와 주변온도를 측정하기 위한 온도센서이다. 측정정보의 기록은 GR-100을 사용하였다. GR-100을 통해 얻어진 데이터는 GR-100 운영프로그램을 통해 엑셀파일로 변환하여 측정결과를 분석하였다.

Table 2 Specification of GR-100

정격 전압	100 - 240 V a.c 전압 변동율 ± 10%
전원주파수	50 - 60 Hz
소비 전력	최대 24 VA 이하
주 위 온 도	0 ~ 50 ° C
경 보 출 력	접점용량 : 30 V d.c/5 A Max. 250 V a.c /5 A Max.
중 량	약 2.5 Kg

실험결과 내장형 냉각 유니트가 가장 냉각 효율이 좋은 것으로 나타났으며, 내장형 냉각 유니트를 사용할 경우 내부온도 -2.8°C, CPU온도 -2.6°C, HD 온도 -2.5°C의 냉각효과가 있었다.

6. 결론

최근 IT 기술의 발전과 고집적화, 고속처리화, 소형화 등으로 인해 컴퓨터 내부의 보드수가 증가되고 Processor들의 Clock Speed가 빨라지며 공간이 협소하게 되어 컴퓨터 내부의 온도는 상승되고 있으며 이로 인해 컴퓨터의 오동작 등 고장의 주요 원인이 되고 있다.

본 연구에서는 컴퓨터의 발열문제를 해결하기 열전소자를 이용한 컴퓨터 냉각기술을 개발하였다. 냉각 대상도 CPU 등 특정부위가 아닌 컴퓨터 내부 전체를 냉각하는 방식으로 하였다. 또한 설치를 용이하게 하기 위해 부착(설치)의 호환성에 중점을 두었으며 실외기 방식, 컴퓨터 부착형, 컴퓨터 내장형유니트 등 3가지의 냉각 유니트를 개발하고 이에 대한 냉각실험을 하였다. 실험결과 내장형 냉각 유니트가 가장 냉각 효율이 좋은 것으로 나타났으며, 이에 대한 특허 출원을 하였다.

개발된 냉각장치는 일반 컴퓨터 및 산업용 컴퓨터에 모두 적용이 가능하며 컴퓨터 내장형 냉각장치에 대한 상품화를 추진하고 있으며 기대 효과는 다음과 같다.

- 열전소자를 이용한 컴퓨터의 냉각기술 확보
- 제어기의 효율적인 냉각으로 관련장비의 신뢰성 증가
- 개발제품의 상품화시 연간 10억원 이상의 매출증대
- 관련기술 보급으로 산업전반의 기술력 향상

컴퓨터 내장형 냉각 유니트를 상품화를 추진하기 위해서는 라디에터 크기의 축소, 냉각파이프의 개선등이 필요하며 개발된 제품은 1차적으로 참여기업의 산업용컴퓨터에 적용후 상품화를 추진할 계획으로 있다.

참고문헌

1. 김유신, 전창훈, 윤상국, 최형식, "열전소자를 이용한 카시트의 냉·난방 제어", 대한기계학회지 28권 5호 518-525, 2004
2. 유성연; 홍정표; 심우섭, "열전소자 및 열전냉각장치의 성능에 관한 연구", 대한설비공학회지, 16(1), 62-69, 2004
3. <http://acetec.blogwa.net>
4. <http://www.zalman.co.kr>
5. <http://keccomp.co.kr>
6. <http://hynux.com/kor/>
7. <http://www.newegg.com/>