

디자인 씽킹 방법을 이용한 미니 냉풍기 개발 연구

A Study on the Development of a Mini Air Cooler with Design Thinking Method

조 흥 기 (건축소방설비과)

Honggi Cho (Dept. of Architecture & Fire-Protection Equipment)

Key Words : Mini Air Cooler(미니 냉풍기), Design Thinking(디자인 씽킹), Capstone Design(캡스톤 디자인)

ABSTRACT : The objective of present study is to make a mini air cooler according to the Design Thinking method, commonly, used to solve problems in a creative and innovative way. The mini air cooler consists of a main body, an ice tray with ices, a fan and a condensate tank. Two different prototypes of the mini air cooler are designed for the personal cooling device.

First prototype in a feasibility test showed a good result for the personal cooling device, although it was made simply and quickly with a styrofoam box, ices and a fan. Second prototype was modified and optimized based on the feasibility test result. It was found that the second prototype showed same performance as the first prototype in spite of reducing the ice volume of the second prototype by 54%, because the heat transfer area of the second prototype between air and ices was increased by improving the ice tray structure. Finally, the development process and method applied in this study could help those people teaching the capstone design in a school.

1. 서론

최근 1인 가구 증가와 코로나로 집에 머무는 시간이 많아지면서, 다양한 기능과 디자인을 갖춘 소형 가전제품에 대한 수요가 증가하고 있으며, 그 중 미니 에어컨 또는 미니 냉풍기 제품에 대한 반응이 매우 좋다고 한다. 이러한 제품들은 기존의 소형 에어컨과 선풍기에 비하여 가성비가 뛰어나고, 휴대가 간편해서 캠핑용, 차박 용으로도 활용이 가능하고, 사무실 및 자녀의 공부방에도 사용가능한 개인용 냉방 제품이라고 할 수 있다.

시장에서 판매되고 있는 미니 에어컨 또는 미니 냉풍기 제품은 냉각 방식에 따라 Table 1과 같이 분류할 수 있다. 전자냉각 방식은 물 또는 얼음이 필요 없으며, 열전소자에 직류 전원이 인가되면 냉각부 또는 흡열부 모듈의 온도가 낮아지고, 주위 공기를 냉각시키는 방식이다. 사용시간에 제한이 없으며 전력 소모도 작은 편이다. 기화냉각 방식은 물 또는 물과 얼음을 기화 필터로 공급하고, 기화필터 내 물이 증발하면서 공기를 냉각시키는 방식이다. 이 방식은 물 보충이 필요하고 필터를 교체해야 하는 불편함이 있지만 전력소모가 매우 작고, 저소음으로 설계되어 시장의 주류를 이루고 있다. 끝으로 간접냉각 방식은 아이스팩에 물을 넣어 얼음으로 얼린 후,

Table 1. Mini air conditioner or mini air cooler

구분	미니 에어컨 또는 미니 냉풍기		
냉각방식	전자냉각	기화냉각	간접냉각
냉매	없음	물+얼음	얼음
전열매체	열전소자	기화필터	아이스팩(물통)
			
원리	직류 전압 인가 시 냉각부와 공기의 열교환	물(얼음)이 기화필터를 통해 공기와 열교환	차가운 아이스팩 통과 시 공기 냉각
특장점	물/얼음 필요 없음 사용시간 제한 없음 전력소모 작음	물 보충 및 필터 교체 사용시간 제한적 전력소모 매우 작음	아이스팩 교체 사용 사용시간 제한적 전력소모 매우 작음

차가워진 아이스팩 주위를 통과하는 공기를 냉각시키는 방식이다. 이 방식은 기화 냉각 방식과는 달리 필터 교체가 필요 없고, 아이스팩을 교체해줌으로써 장시간 사용도 가능하다는 장점이 있다.

미니 에어컨 또는 미니 냉풍기는 저가 제품 시장으로 기술 난이도가 낮아 이에 관련된 연구는 거의 진행된 바 없고, 개인용 냉방 관련 연구가 일부 조사되었다. 이지훈 등⁽¹⁾은 열전소자를 이용한 냉풍조끼 제작에 관한 연구를 수행하였는데, 아이스 팩의 얼음이 빨리 녹아버리는 지속성의 불량의 문제가 있어서 열전 소자를 이용한 연구를 수행하였다. 쾌적한 냉방을 위해 제거해야 하는 열량과 제품의 무게를 고려하여 1kg 무게의 냉각판으로 480kcal/h(558W)의 냉각효과를 내는 열전소자 세트를 디자인하였다. 장준영⁽²⁾은 착용형 개인 냉방시스템 개발에 관한 연구를 수행하였는데, 냉매압축 냉동사이클로 작동되는 소형 냉동시스템을 적용하였다. 증발기는 나일론튜브를 사용하여 조끼 내부에 매립하여 열전도에 의해 신체 열을 저감시키는 직접냉각방식을 적용하였고, 냉방능력은 대략 100W이며 주위온도보다 12~13℃ 정도 낮게 유지되는 성능을 가진다고 보고하였다. 박상희 등⁽³⁾은 액체냉각에 의한 열전냉각 시스템을 구성한 후, 시스템의 냉각성능에 대한 기초자료를 확립하기 위하여 냉각채킷의 유로형상, 채널의 개수 그리고 냉각수의 유량을 변화시킴으로써 냉각채킷의 설계인자 즉, 유로형상, 채널 수 그리고 냉각수 유량이 열전냉각시스템의 성능에 큰 영향을 미치고 있음을 보였다. 김찬호 등⁽⁴⁾은 펠티어 소자와 냉각팬을 결합한 PCS(Personal Cooling System) Prototype을 제작 후 냉방성능을 예측하였으며, 국부 냉방을 통한 열쾌적성을 평가하였다. 실험은 ISO 7730과 ISO 10551 기준에 따라 측정되었다. PCS Prototype 적용 시, 피험자가 처한 환경에 대한 주관적 열쾌적에 관한 지표인 TSV(Thermal Sensation Vote ; 주관적 온열감) 값은 +2(Warm)에서-2(Cool)로, 한편, 덥고 추운 온열감을 기초로 한 쾌적성 지표인 PMV(Predicted Mean Vote ; 예상 평균 온열감) 값은 +1(Slightly Warm)에서 -1(Slightly Cool)으로 변화하였는데, 이는 PMV 값이 0(Neutral)일 때 거주자의 95%가 통계적으로 쾌적함을 느낀다는 점에서는 PCS 착용 후 온열감이 나쁘지 않다는 것을 의미한다. 그리고 응답분포도와 신체별 TSV 분포 그래프를 통해 실험 전 평균 +2(Warm)에서 실험 후 평균 -2(Cool)로 변화하여 국부 냉방으로도 전반적인 인체 열쾌적성이 향상됨을 보고하였다. 최동균 등⁽⁵⁾은 200W 정도의 내부발열을 처리할 수 있는 개별 냉방 제품을 이용하여 냉방 운전에 따라 사람 주변의 작업존이라고 생각되는 부분의 온도를 측정하였는데, 모두 26.5℃ 이하로, 3시간 가동

후에도 일정하게 유지됨을 보임으로써 개별 냉방 제품의 국소냉방 효율성을 보고하였다. 이는 미니 에어컨 또는 미니 냉풍기 이용하여 국소 또는 개별 냉방이 어느 정도 가능함을 입증하는 결과라고 볼 수 있다.

한편, 디자인 씽킹 방법론을 이용한 연구 사례로는 다음과 같은 문헌이 조사되었다. 이경원⁽⁶⁾은 디자인 씽킹 프로세스 상에 Quick TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving ; 창의적 문제해결 방법론)을 활용하여 차세대 셀카봉 아이디어 도출에 관한 연구를 수행하였다. 아이디어 도출 단계에서는 팀 별로 모아진 셀카봉의 5개 불편사항을 해결하도록 브레인스토밍 기법을 이용하여 개선 아이디어를 정리하게 하였는데, 대부분의 아이디어는 불편함을 개선하는 작은 아이디어가 주류는 이루어졌으나, 9 Windows 방법을 적용하여, 셀카봉을 상위 시스템(Super-System), 시스템(System), 하위 시스템(Sub-System)으로 구분하고, 과거, 현재, 미래로 시스템을 분화함으로써 좀 더 창의적인 아이디어 도출이 가능함을 제시하였다. 또한, Quick TRIZ의 시간, 공간, 조건 분리와 같은 개념들을 적용하여 짧은 시간에 혁신적인 아이디어 도출이 가능함을 제시하였다. 김태운 등⁽⁷⁾은 디자인 씽킹 방법론을 중심으로 수소에너지의 에너지전환 활용을 둘러싼 갈등해결 방안에 관한 연구를 수행하였는데, 수소 에너지 갈등에 대해 과거 신재생에너지 발전의 이해관계자의 갈등 수용 경험, 수소 에너지 현주소 및 과거 지역 주민과의 분쟁 등을 통하여 공감과 문제점을 정리하고 아이디어를 제시할 수 있음을 제안하였다. 또한, 지역주민의 이익을 공유하여 지역사회의 경제발전을 도모하고, 수소 에너지 발전소 환경에 대한 갈등을 해결하기 위하여 생산자는 지역주민과 이익을 공유할 수 있는 사모펀드를 지역은행과 연계하여 개발할 수도 있고, 지역 분산 에너지 체계를 구성하여 에너지를 자발적으로 생산 및 판매하는 모델을 제안함으로써 수소에너지 정책 프로토타입(Prototype) 구성 및 시험(Test) 방법을 제시하였다. 문재호와 신진우⁽⁸⁾는 문제 해결 능력 향상을 위한 디자인 씽킹 수업 모형 연구에서, 기초 조형 디자인 교육에서 디자인 씽킹 사고법을 활용하여 학습자의 문제 해결 능력과 창의적 조형 감각 함양을 위한 체계화된 수업 모형을 제시하였는데, 수업 모형에서 공감하기 단계에서는 주제 선정과 탐색을 위한 Mind-Map을 활용하였고, 정의하기 단계에서는 경험을 공유하고 디자인 컨셉 도식화를 통한 이미지 Sketch 방법을 사용하였다. 아이디어 내기 단계에서는 조별로 많은 종류의 비현실적인 아이디어를 낼 수 있도록 유도하고, 선택한 키워드별로 스케치를 분류하게 한 후 아이디어를 더욱 진화, 발전시켜 추상적 아이디어 스케치를 통하여 아이디어를 다듬는 과정을 도입하였다.

시제품 제작 단계에 있어서는 조형 디자인에 앞서 재료의 물성을 파악하고 2D를 입체로 표현하며 공간 지각력을 훈련하는 방식을 적용하였다. 또한, 피드백 받기를 통하여 아이디어를 발전시키는 방법으로 시제품을 수정 및 보완하였고 끝으로 평가하기 단계에서는 팀별로 조원들과 함께 소통하는 시간을 가지면서 얻은 성과를 정리하였다. 이를 통해 학습자들은 체계화된 과정 속 자발적 인지 전략 학습 과정을 통한 결과물을 얻음으로써 성취감을 극대화 할 수 있음을 보고하였다.

이상의 문헌 조사 결과, 디자인 씽킹 방법론은 기존 제품이나 정책 및 교육 과정 등에서 창의적 문제 해결을 위한 방법으로 사용될 수 있음을 확인 할 수 있었다. 한편, 미니 에어컨 또는 미니 냉풍기 관련 연구는 저가 제품이라는 시장 특성으로 인해 거의 진행되지 않았고, 일부 개별 냉방과 관련하여 냉방 조기 또는 개별 냉방 제품의 국소냉방 효율성에 관한 연구가 진행되었다. 특히, 본 연구에서 적용한 얼음의 용해 잠열을 이용한 공기 냉각 방식에 관한 연구는 찾을 수 없었다. 본 연구에서는 기존 시장에 없었던 얼음의 용해 잠열을 이용한 공기 냉각 방식의 미니 냉풍기를 창의적 문제 해결 방법으로 많이 사용되고 있는 디자인 씽킹 방법을 이용하여 개발하고, 시장 출시를 위한 개선 사항을 제안하고자 한다.

2. 본론

2.1 디자인 씽킹(Design Thinking) 방법

디자인 씽킹은 세계적 디자인 컨설팅 기업인 아이데오(IDEO)에서 시작된 창의적 사고방식으로, 창의적 문제 해결 방법론으로 일컬어지기도 하며, 구글, 애플, HP 인텔, 도요타, 삼성, 현대 등 국내외 기업들의 혁신 창출 방법론으로써 과학기술 분야 뿐 아니라 정치인, 교육자들의 혁신 등 다양한 분야에 적용되고 있다.⁽⁹⁾

디자인 씽킹은 Fig. 1과 같이 5단계로 구성되어 있는데, 첫 번째로 공감하기 단계에서는 고객(사용자) 관찰, 인터뷰, 간접체험 등을 통해 사용자의 입장에서 공감하고 영감을 얻는 단계이다. 사용 가능한 도구로는 관찰, 공감 인터뷰, 자료 조사 등이 있다. 두 번째로 정의하기 단계에서는 공감을 통해 얻은 객관적 영감으로, 새로운 관점에서 진짜 문제를 찾아내는 단계이며, 사용 가능한 도구로는 Empathy Map, User Journey Map 등이 있다. 세 번째는 5단계 중 가장 중요한 단계로서 아

이데이션(아이디어 찾기) 단계이다. 이 단계에서는 다양한 구성원과 협업을 통해 아이디어를 도출하는 단계로서, 사용 가능한 도구로는 브레인 스토밍, 스케치, 바디 스토밍 등이 있다. 이 중 브레인 스토밍은 가장 쉽게 많은 아이디어를 도출하는 방법으로 캡스톤 디자인 교육 과정에서 큰 효과를 얻을 수 있었던 방법이다. 네 번째 단계는 시제품 생산 단계로, 3단계에서 제시된 아이디어를 구체적이고 시각적으로 표현하는 단계로 활용 가능한 도구로는 스토리보드, 3D Prototype, Business Canvas 등이 있다.

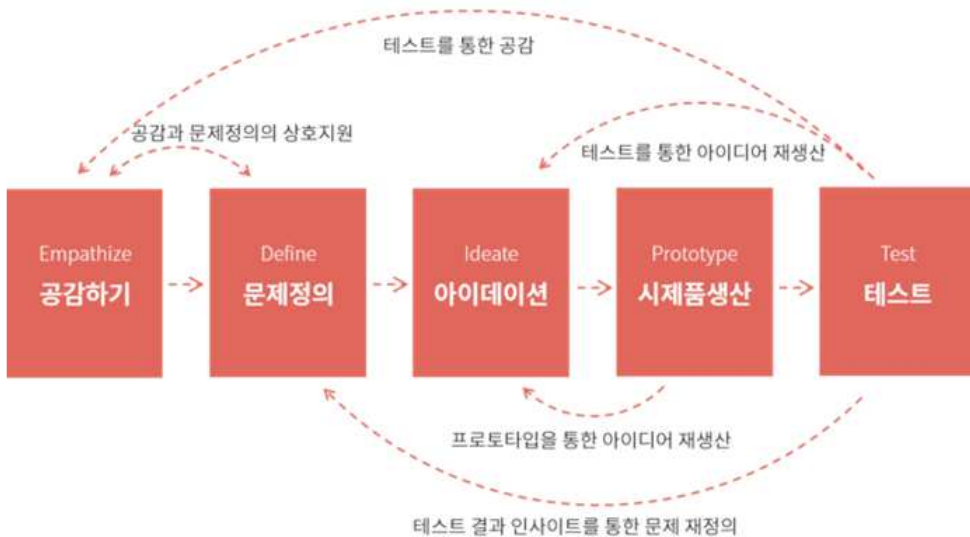


Fig. 1 Design thinking five step

최근에는 3D 프린터가 저렴한 가격으로 보급되어 널리 이용되고 있기 때문에 간단한 시제품(Prototype) 제작은 3D 프린터를 활용할 수 있겠다. 마지막으로 5단계는 테스트 단계로 사용자에게 시제품에 대한 피드백을 받고 개선하는 단계로 제품 개발 과정의 경우, 주요 기능 및 성능 평가를 통한 검증 단계이다. 사용 가능한 도구로는 고객 인터뷰, AB Testing, Observation 등이 있다.

2.2 미니 냉풍기 개발

2.2.1 공감하기

공감하기 및 문제 정의하기 단계에서는 온라인에서 판매되고 있는 미니 냉풍기 제품에 대한 구매 후기를 조사함으로써 정리하였다. 미니 냉풍기는 앞서 기술한 바와 같이 전자냉각, 기화냉각, 간접냉각 제품이 있으며, 전자냉각 방식 제품은 비교적 고가이고 종류가 적어 제품 구매 후기를 거의 찾을 수 없었고, 기화냉각 방식 및 간접냉각 방식 제품들은 공통적으로는 시원하지 않다는 점이 가장 많았고, 기화냉각 방식 제품은 필터 청소 및 교체 문제가 추가로 언급 되었다. Fig. 2는 온라인 마켓에서 판매되고 있는 간접냉각 방식의 미니 냉풍기 4개사 제품의 구매 후기를 바탕으로 장단점을 정리한 것이다. 제품 장점으로는 시원하다는 반응과 제품 사용의 편리성에 관한 내용이 많았고, 단점으로는 1위가 소음이 커서 잠이 안 온다던지 공부에 방해된다는 의견이 있었고, 2위는 시원하지 않다 3위는 바람이 약하고 선풍기보다 못하다는 내용이 많았다. 4위는 냉방 시간이 짧다라는 내용 이였다. 아이러니한 점은 시원해서 좋다는 반응이 가장 큰 장점이라고 것과 반대로 시원하지 않다는 반응이 매우 많았다는 사실이다. 제품에 대한 소비자 예상 기대치가 실제 제품과 달라 나온 반응이거나, 구매 후기가 판매자에 의해 일부 오염된 것으로 판단된다. 그러나 단점에 대한 내용은 실제 제품 사용 후기가 반영된 결과라고 볼 수 있기 때문에 기존 미니 냉풍기의 가장 큰 문제점은 소음과 시원하지 않다는 점이라고 정의할 수 있으며, 바람이 약하고 선풍기 보다 못하다는 점과 기타 제품 편리성이나 사용성에 대한 문제점도 개선이 필요할 것으로 사료된다.

2.2.2 문제 정의하기

공감하기 단계에서 시원하지 않다라는 점과 소음이 크다는 점이 가장 큰 문제점으로 조사되었는데, 시원하지 않다라는 것은 냉풍기의 토출온도가 높다는 것을 의미하기 때문에 미니 냉풍기의 목표 토출온도는 가급적 낮게 하는 것이 좋고 사용시간은 길게 하는 것이 중요할 것이다. 따라서 개발하고자 하는 미니 냉풍기의 초기 토출 온도는 일반적인 에어컨의 토출 온도를 참고로 하여 6℃ 로 하였고, 1시간 사용 후 토출 온도는 18℃ 이하를 목표로 하였다. 소음의 경우, 기존 제품이 수면에 방해가 될 정도의 소음이라는 의견이 있었는데, 일반적으로 조용한 공원 또는

수면에 거의 영향이 없는 수준의 소음이 35dB(WHO 침실 기준)임을 고려하여 소음의 목표는 35dB로 정의하였다.

2.2.3 아이디어 찾기 및 1차 시제품 제작

공감하기 및 문제 정의하기 단계로부터 정의된 문제점을 해결하기 위하여 Fig. 3과 같이 브레인 스토밍 과정을 통하여 제품 컨셉과 구현 방법 등을 도출하였고, 그 결과를 Table 2에 정리하였다. 일반적으로 송풍 팬은 바람의 세기가 증가하면 소음은 증가하는 상호 모순되는 특성을 보이기 때문에 소음 개선을 위해서는 제품 특성에 맞는 팬을 최적화 설계 기법을 통하여 개발하여야 하나 본 연구에서는 시장에서 쉽게 구할 수 있는 소형 팬을 AB Testing을 통하여 해결하고자 하였다. 또한, 미니 냉풍기는 기본적으로 시원해야 하는 점이 가장 중요한 기능이라고 할 수 있기 때문에 간접 냉각 방식이 아닌 얼음을 이용한 직접 냉각 방식을 적용함으로써 공기 토출 온도를 6℃ 이하로 낮추고자 하였다. 또한, 얼음은 주변에서 쉽게 구할 수 있기 때문에 언제 어디서든 시원한 바람을 만들 수 있다는 장점이 있다.

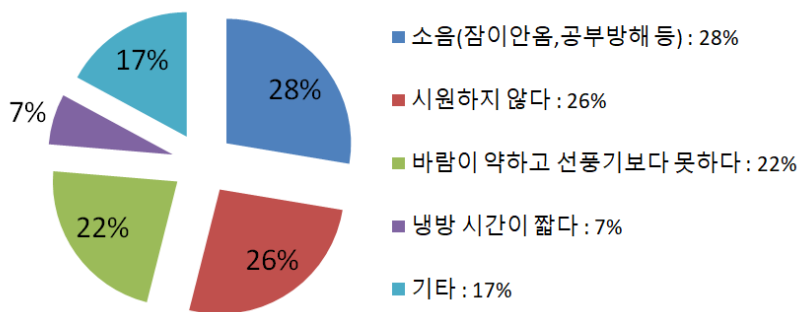
제시된 아이디어를 바탕으로 1차 시제품은 비용과 시간을 고려하여 주변에서 쉽게 활용 가능한 자원을 이용하게 빠르게 제작함으로써 성능과 기능을 우선적으로 검토하고자 하였다. Fig. 3에 나타낸 것과 같이 송풍 팬에 의해 공기가 공급되고, 공기가 아이스 트레이 내의 얼음을 통과하면서 냉각되는 구조로 제작되었다. 전면부는 얼음을 저장할 수 있는 아이스 트레이와 토출구로 구성되고, 후면부는 송풍팬을 장착하여 공기가 후면에서 유입되어 전면으로 토출되는 방식이다. 송풍팬은 1단과 2단으로 조절이 가능하다.

디자인 씽킹 방법을 이용한 미니 냉풍기 개발 연구

사용 후기 (장점)	제품(회사)				소계	비율
	A	B	C	D		
시원해서 좋다	2	2	3		7	25
몸통이 2개라서 편리하다	4				4	14
무선이랑 이동성이 좋다	2	1			3	11
회전 기능이 있어서 좋다	3				3	11
디자인이 만족스럽다	1	2			3	11
바람 세기가 적당하다	2				2	7
소음이 적다		1	1		2	7
몸 열리는 시간 짧다	1				1	4
적당한 크기	1				1	4
무게가 가볍다	1				1	4
충전 시간이 짧아서 좋다		1			1	4
소계	17	7	4	0	28	100

(a) User review (Merits)

사용 후기 (단점)	제품(회사)				소계	비율
	A	B	C	D		
소음(잠이안옴, 공부방해 등)	14	5	1	1	21	28
시원하지 않다	9	7	2	2	20	26
바람이 약하고 선풍기보다 못하다	10	4	2	1	17	22
냉방 시간이 짧다	3	1	1		5	7
충전이 안됨	2				2	3
몸통 사용 불편(장착 / 금이감)	2				2	3
기타 (가려/성능)	1			1	2	3
충전시간대비 사용시간 조금 짧다			1		1	1
선풍기랑 비슷			1		1	1
좌우 회전 각도 불량	1				1	1
몸통 열리는 시간	1				1	1
필터 공방이	1				1	1
응축수		1			1	1
청소가 불편		1			1	1
소계	44	19	8	5	76	100



(b) User review (Demerits)

Fig. 2 Merits & demerits of conventional mini air cooler

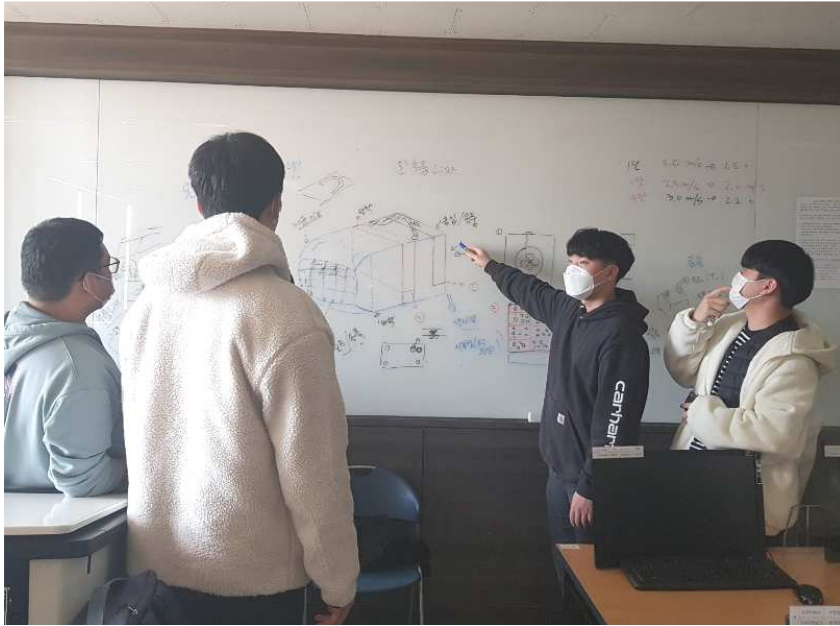


Fig. 3 Ideation step with brain storming

Table 2. Design concept & idea for mini air cooler

구분		제품 컨셉 및 구현 방법
냉각 방식		얼음 이용 공기 냉각(직접 냉각)
주요 기능 및 성능	소음	저소음팬 적용(AB Testing)
	송풍 방식	전면 토출(Fan Blow In)
	아이스 트레이	착탈 구조(레일 활용 Up Sliding 방식)
	아이스 크기(얼음)	가정에서 사용하는 얼음 사용
	응축수	제품 몸체 하부 응축수 탱크로 활용
	이동성	가죽 밴드 또는 손잡이 부착
	전원	220V USB 연결 / 보조 배터리 사용 가능
	기타	풍향 조절, 배수 및 청소 편리성



Fig. 3 First prototype of mini air cooler

2.2.4 1차 시제품 평가

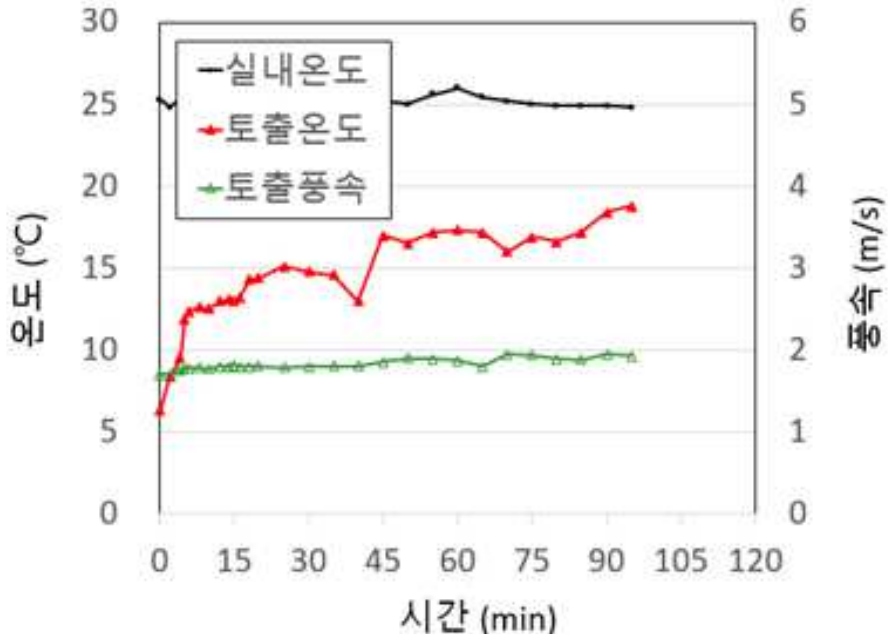
Fig. 4는 시간에 따른 공기 토출 온도 및 풍속의 변화를 나타낸 것이다. 시간이 경과함에 따라 얼음이 녹으면서 토출 공기온도는 상승하였고, 토출 풍속은 크게 변하지 않았다. 미니 냉풍기 입구 공기 온도는 여름철 실내 온도를 고려하여 25℃를 유지하였다. 시험 초기 공기 토출 온도는 약 6.3℃이고, 미니 냉풍기 공기 입출구 온도차 18.9℃였고, 30분 경과 후에는 공기 토출 온도 15.6℃, 60분 후에는 17.3℃로 나타났다. 문제 정의하기 단계에서 목표로 한 6℃ 보다는 약간 높기 때문에 이에 대한 개선이 필요하고, 1시간 후 토출 온도는 17.3℃로 목표를 만족하였다. 소음에 있어서는 36dB로 추가적인 개선이 필요하다.

2.2.5 2차 시제품 제작 및 평가

① 1차 시제품 제작 및 평가를 통한 아이디어 재생산

2차 시제품은 1차 시제품 제작 과정과 평가 결과에서 발견된 문제점을 개선하고 초기에 제안되었던 시제품 제작 아이디어와 결합되어 제작 사양을 결정하였다. Table 3은 1차 시제품에서의 문제점과 2차 시제품 개선 아이디어를 관찰(Observation)과 브레인 스토밍을 통하여 정리한 것이다. 1차 시제품 평가에서 사용된 얼음은 각각의 크기가 달라 철망 구조의 아이스 트레이에 얼음을 일률적으로 채울 수 없어서 충전율이 떨어져 동일 체적 대비 얼음을 많이 저장할 수 없었다. 따라서 얼음 사이즈를 규격화 할 필요가 있고, 실제 가정에서 사용되는 얼음을 크기를 고려해야 하기 때문에, 시장에서 팔리는 얼음 틀의 크기, 정확히는 얼음의 크

기를 조사하여 2차 시제품 제작 시 이를 고려하여 아이스 트레이의 단 높이를 결정하였다. 제품 판매 시에는 실리콘 소재의 전용 틀을 제공함으로써 충진율을 확보하여



시간	공기 토출 온도(°C)	입출구 온도차(°C)	공기 토출 풍속(m/s)
초기 (0분)	6.3	18.7	1.7
30분 후	15.6	9.4	1.8
60분 후	17.3	7.3	1.9

Fig. 4 Air discharge temperature & velocity of the first prototype

디자인 씽킹 방법을 이용한 미니 냉풍기 개발 연구

Table 3. Modification & improvement for the second prototype

구분	1차 시제품 문제점	2차 시제품 개선 아이디어
아이스 트레이	얼음 크기가 달라 충진율이 떨어짐	얼음 사이즈 규격화로 충전률 개선 (얼음 틀 제품 시장 조사 결과 반영)
	아이스 트레이 측면 폭이 짧아 전열 효과 낮음	아이스 트레이 폭 증대 (공기 접촉 기회 증가로 전열 효과 향상)
	착탈식 구조 미고려	착탈식 구조로 변경
	아이스 트레이 체적(성능)	1차 시제품 얼음 무게 반영 (얼음 약 1.4 kg)
송풍 팬	팬 소음 발생 (레벨 36dB / 웅웅거림)	소형 송풍 팬 제품 사양 비교 및 평가를 통한 팬 선정 (AB Testing, 35dB 이하)
제품 크기	제품 전체 단열에 따른 제품 크기 증가	아이스 주변 국부 단열로 사이즈 축소
	공기 정체 구간 발생 (얼음이 녹지 않는 부분 발생)	공기 흐름 고려 정면 면적 축소 (송풍 팬 크기 고려)
	응축수 탱크 크기 고려하지 않음(일체형)	얼음 체적 고려 탱크 크기 결정 (독립형)

일정한 성능을 유지할 것으로 사료된다. 성능 측면에 있어서는 동일 성능을 유지하기 위하여 1차 시제품 평가 시 사용한 얼음의 무게를 측정하여 2차 시제품의 아이스 트레이의 체적과 얼음 충전율(70% 적용)을 고려하여 역산하여 아이스 트레이 크기를 결정하였다. 또한, 1차 시제품의 경우, 아이스 트레이 측면 폭이 짧아 전열 효과가 낮은 점도 있었는데 아 아이스 트레이의 폭을 증가시켜 공기 접촉 기회 증가를 통한 전열 효과 향상을 꾀하였다. 즉, 공기와의 접촉 시간을 늘림으로써 초기 공기 토출 온도를 6℃ 이하로 초기 목표를 달성하고자 하였다.

송풍 팬의 경우에는 제품 구조 및 특성에 맞는 팬 설계 최적화 과정을 통하여 적정 풍량을 유지하면서도 소음 레벨을 낮추는 방법을 찾아야 하나, 본 연구에서는 시장에서 쉽게 구할 수 있는 제품 사양 비교와 AB Testing을 통하여 팬을 선정하여 소음 레벨 기준(35dB 이하) 목표를 달성하고자 하였다.

제품 크기 측면에서는 사이즈 축소하기 위하여 아이스 주변만 국부 단열처리하고, 제품 하부는 응축수 탱크가 있어서 응축수로 인한 부가적인 단열이 되는 구조로 제작하였다. 또한, 1차 시제품 평가 시 얼음이 녹지 않는 부분이 있어서 2차 시제품의 경우에는 공기 흐름을 고려하여 정면 면적을 축소시켜 전체적으로 제품 크기를 감소시켰다. 응축수 탱크는 얼음이 녹았을 때의 체적을 고려하여 크기를 결정하였다.

② 2차 시제품 제작 및 평가

Fig. 5는 미니 냉풍기 2차 시제품 제작 과정과 실물 사진을 나타낸 것으로, AutoCAD를 활용하여 3D 모델링을 수행하였고, 3D 프린터를 이용하여 제작하였다. 송풍 토출구, 아이스 바디 및 아이스 트레이, 송풍 장치부 및 응축수 탱크로 구성된다. 1차 시제품 대비 개선 사항은 Table 4에 정리하였다. 아이스 트레이는 1차 시제품 시험 결과를 토대로 체적을 54%로 감소시켰고, 송풍 팬은 풍량은 동등하면서 소음은 적은 제품을 선택하였으며, 제품 크기는 아이스 트레이를 콤팩트화하여 제품 전체 크기를 59%까지 감소시켰다.

Fig. 6은 2차 시제품의 시간에 따른 공기 토출 온도와 풍속을 나타낸 것이다. 1차 시제품 대비 공기측 토출 온도는 6.3°C에서 4.4로 낮아졌고, 30분 후에는 15.6°C에서 11.3°C로 낮아졌으며 60분 경과 후에는 17.3°C에서 18°C로 약간 상승하였다. 2차 시제품은 아이스 트레이 전면적은 줄이고 길이를 증가시켰기 때문에 얼음과 공기의 전열구간의 길이가 증가한 결과라고 볼 수 있다. 즉, 아이스 트레이 길이가 공기와의 열접촉 방향으로 증가함에 따라 공기의 냉각효과가 커지면서 토출 공기 온도가 초기에 4.4°C까지 떨어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 60분 경과 후에는 토출 공기 온도가 약간 증가하였는데, 이는 1차 시제품에 비해 2차 시제품의 얼음이 더 빨리 녹으면서 공기 토출 온도가 역전되는 구간이 발생한 것으로 판단된다. 시험 결과, 미니 냉풍기의 목표인 초기 공기 토출 온도와 60분 후 온도 기준을 만족하는 것으로 나타났고, 소음 기준도 만족할 만한 수준이었다.

디자인 씽킹 방법을 이용한 미니 냉풍기 개발 연구

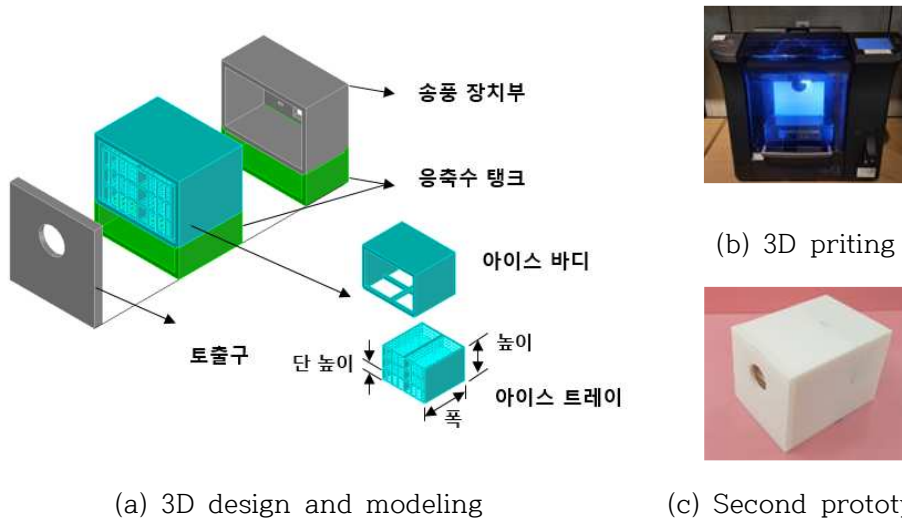

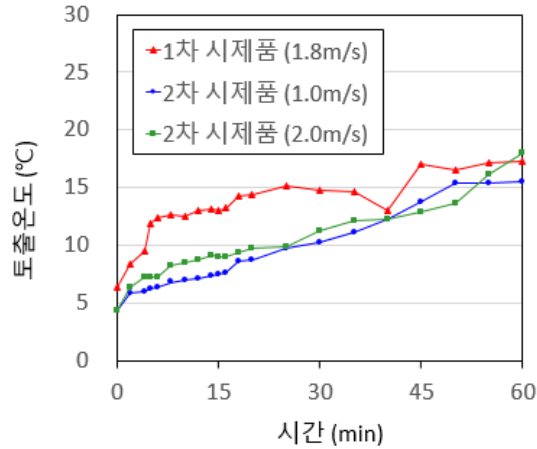


Fig. 5 Development process and second prototype

Table 4. Comparison of first & second prototypes

시간	1차 시제품	2차 시제품	개선 결과
아이스 트레이 컴팩트화 (얼음 체적 감소)	 철망 구조 280(W)×280(H)×80(L)	 국부 단열 ABS 소재 적층 구조 160(W)×120(H)×150(L)	6.3 → 2.9 (10 ⁻³ m ³) 얼음 체적 54% 감소
송풍팬 (저소음화)			36 → 34(dB) 소음 감소
제품 크기 (크기 축소)	 305(W)×335(H)×255(L)	 200(W)×200(H)×270(L)	0.026 → 0.011(m ³) 크기 59% 감소



시간	공기 토출 온도 (°C)		
	1차 시제품(1.8 m/s)	2차 시제품(2.0 m/s)	2차 시제품(1.0m/s)
초기(0분)	6.3	4.4	4.4
30분 후	15.6	11.3	10.3
60분 후	17.3	18.0	15.5

Fig. 6 Experiment result for second prototype

Table 5는 최종 시제품 사양과 특징점을 정리한 것이다. 제품의 크기는 200(폭) × 200(높이) × 270(길이)이고, 중량은 얼음 무게를 포함하여 약 2kg이다. 토출구 공기 풍속은 2단으로 조절이 가능하고 1단에서는 1.8m/s이고, 2단에서는 2.0m/s로 공부방 책상에 놓고 사용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 아이스 트레이는 탈부착이 가능하도록 설계되었고, 전용의 아이스 트레이 1회 교체로 최대 90분까지 사용이 가능하다. 전원 공급은 DC5V 1.2W이고 USB 케이블 연결이 가능하고 보조배터리를 이용하여 캠핑용 및 차박용으로 실외에서 사용할 수 있다. 응축수 저장탱크는 저장 용량이 1.4L로 아이스 트레이 얼음 교체 시 1회 사용 가능하도록 설계되었다.

3. 결론 및 고찰

본 연구에서는 창의적 문제해결 방법론 중 하나인 디자인 씽킹 방법론을 적용하여 실내외 어디서든 시원한 바람을 만들 수 있는 미니 냉풍기를 개발하였다. 얼음을 이용하여 친환경적이고 에너지 사용량이 적어 미니 선풍기 보다 가성비가 우수하며, 적절한 성능과 기능을 갖추고 있어서 제품 출시도 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발한 미니 냉풍기는 성능적 측면에서는 공기 토출 온도가 초기에는 너무 낮고 얼음과 공기를 직접 냉각하기 보다는 얼음과 공기 사이에 간접 열교환을 위한 열교환기를 추가로 설치하여 간접 냉각 방식을 적용한다면, 적절히 토출 공기 온도를 제어할 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 얼음 대신 아이스 팩을 이용하면 응축수 탱크를 제거할 수 있으므로 더욱 소형으로 제작이 가능하고 휴대성을 크게 개선시킬 수 있다. 또한, 이동의 편리성을 위하여 이동용 끈 또는 손잡이를 추가한다면 쉽게 휴대가 가능할 것으로 판단된다.

끝으로 본 연구 개발 과정을 통하여 제시된 방법과 결과물이 대학 교육 과정중의 하나인 캡스톤 디자인 교육 현장에서 많이 활용되고 학생들로 하여금 창의적인 문제 해결 능력을 확보할 수 있는 교재로 활용되기를 기대해본다.

Table 5. Specification of mini air cooler

구분		최종 시제품 사양
크기		200(W) × 200(H) × 270(L) mm
중량		2 kg
특장점	공기 토출 풍속	풍속 조절 가능 : 1단(1.8m/s) 및 2단(2.0m/s) 풍향 조절 안됨
	아이스 트레이	최대 90분 사용 후 얼음 교체 착탈 가능
	전원	220V USB 연결 (정격 DC5V 1.2W) 보조배터리 사용 가능
	물 저장탱크	최대 1.4L 저장

4. 참고문헌

- (1) 이지훈, 최일걸, 강민균, 김보성, 정일영, 박은주, 2008, 열전소자를 이용한 냉풍조끼 제작, 한국마린엔지니어링학회 학술대회 논문집, 403-404.
- (2) 장준영, 2012, 착용형 개인 냉방시스템 개발, 한국산학기술학회 논문지, 13(7), 2872-2877.
- (3) 박상희, 이정은, 김경진, 김동주, 2009, 냉각재킷의 설계인자에 따른 열전냉각 장치의 성능에 관한 연구, 설비공학논문집, 21(3), 149-156.
- (4) 김찬호, 최경석, 이규남, 2019, 펠티어 모듈을 활용한 개별 냉방시스템의 열 쾌적성 연구, 대한설비공학회 학술발표대회논문집, 493-496.
- (5) 최동균, 송두삼, 김중호, 2016, 실험을 통한 이동형 냉방기의 실내 온도분포 특성의 검토, 설비공학논문집, 28(2), 49-54.
- (6) 이정원, 2015, 디자인 씽킹 프로세스 상에 Quick TRIZ를 활용한 차세대 셀카봉 아이디어 도출, 한국CDE학회 학술발표회 동계학술대회 논문집, 679-684.
- (7) 김태윤, 최한나, 김민철, 2020, 수소에너지의 에너지전환 활용을 둘러싼 갈등 해결 방안 : 디자인 씽킹 방법론 적용을 중심으로, 2020, 에너지공학 논문집, 29(2), 30-39.
- (8) 문재호, 신진우, 2020, 문제 해결 능력 향상을 위한 디자인 씽킹 수업 모형 연구 - 감정을 활용한 기초 조형 디자인 사례, 기초조형학연구 논문집, 21(1), 173-184.
- (9) 송태란, 이정현, 2019, “문제 해결력을 키우는 디자인 씽킹”, 한빛아카데미, 2019. 09. 05.