

차량 내 온, 습도 관계에 의한 실천공학교육적 문제해결

Problem Solving about Practical Engineering Education based on Relationship of Temperature and Humidity in Vehicle

김진우^{1*}, 주강우²

¹한국폴리텍대학 홍성캠퍼스 자동화시스템과, ²에스엔유프리시전(주)

Jin-woo Kim^{1*}, Kangwo Joo²

¹Department of Automation System, Korea Polytechnics, Hongseong 32244, Korea

²SNU Precision Co., Ltd., Hwaseong 18472, Korea

[요약]

자동차센서는 차량제어에 필요한 인자들을 모니터링하여 얻어진 정보로부터 최적의 제어가 가능하도록 하는 역할을 하고 있다. 이러한 센서 중에서 운전자의 주행환경을 결정 짓는 것은 차량 내부의 온도 및 습도이며, 순간적으로 급변하는 특성이 있다. 이에 따라 차량 공조 시스템은 온도제어가 매우 복잡한데, 그 중에서도 온도 및 습도에 대한 관계를 명확히 규명하면 제어 변수를 줄일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 차량 내 온도 및 습도의 관계에 대해 서술하고 차량 내부의 온습도 제어 방식을 사례를 들어 제어 기술 측면에서의 문제해결 방법에 대해 제시한다.

[Abstract]

Inside the vehicle, temperature and humidity are suddenly changed. Accordingly, HVAC System's temperature control is very complicated. But, clarifying the relationship between temperature and humidity can reduce the control parameters. Therefore, this paper describes the relationship between temperature and humidity in the vehicle and presents a problem solving method in terms of control technology. The vehicle sensor monitors the factors required for vehicle control and plays a role in enabling optimal control from the obtained information. Of these sensors, the driving environment of the driver is determined by the temperature and humidity inside the vehicle, and the characteristics of the vehicle suddenly change rapidly. Accordingly, HVAC System's temperature control is very complicated. But, clarifying the relationship between temperature and humidity can reduce the control parameters. Therefore, this paper describes the relationship between the temperature and humidity in the vehicle, and presents a method for controlling the temperature and humidity in the vehicle as an example.

Key Words: Car inner temperature & humidity, Engineering education, HVAC

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2017.149>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 25 August 2017; **Revised** 29 September 2017

Accepted 11 October 2017

***Corresponding Author**

E-mail: wlydm98@naver.com

I. 서론

실내에서 사람이 느끼는 습도는 절대습도보다는 상대습도에 의하여 결정된다고 할 수 있다[1]. 절대 습도는 온도와 상관없이 현재 공기 중에 있는 수분의 양으로 설명할 수 있으며, 상대습도는 공기의 현재온도, 포화온도 또는 포화압력 등에 의하여 결정된다. 다시 말해, 공기 중에 있는 수분의 양이 일정하다고 하더라도 온도에 따라 사람이 느끼는 불쾌지수가 다를 수 있다고 할 수 있는 것이다[2]. 운전 중이 아닐 때의 차량 내부는 온도제어를 하지 않기 때문에, 사람의 체온과 거리가 먼 계절, 즉 여름 겨울 등에 장시간 주차되어 있는 차에 탑승할 경우 온도의 차이뿐만 아니라 습도의 차이도 감지하게 된다. 간단한 시스템으로 온도계 습도계를 같이 장착하여 모니터링 할 수도 있지만 직접적인 제어에 활용되기에는 한계가 있다. 따라서, 본 논문에서는 차량 내부에서 온도와 습도 사이의 관계를 규명하여 제어 기술 측면에서 활용이 가능하도록 하는 문제해결을 제안한다.

II. 본론

A. 문제해결 개념

본 연구에서는 온도와 습도가 밀접한 관계를 갖고 있다는

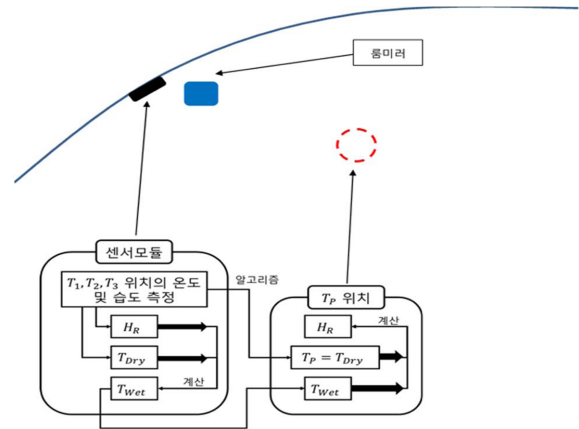


그림 1. 차량 내 습도 계산 알고리즘 개념도

Fig. 1. Basic geometry of heat sink.

표 1. 건구온도와 습구온도를 이용한 상대습도(상대습도 단위는 %)

Table 1. Minimum experiment points deduction

건구온도	건구와 습구의 온도차										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	100	90	81	71	63	54	46	38	30	23	15
17	100	90	81	72	64	55	47	40	32	25	18
18	100	91	82	73	65	57	49	41	34	27	20
19	100	91	82	74	65	58	50	43	36	29	22
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	31	24
21	100	91	83	75	67	60	53	45	39	32	26
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
23	100	92	84	76	69	62	55	48	42	36	30
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	39	33
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40	34
27	100	92	85	78	71	65	58	52	47	41	36
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
29	100	93	86	79	72	66	60	54	49	43	38
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39
31	100	93	86	80	73	67	61	56	51	45	40
32	100	93	86	80	74	68	62	57	51	46	41
33	100	93	87	80	74	68	63	57	52	47	42
34	100	93	87	81	75	69	63	58	53	48	43
35	100	94	87	81	75	69	64	59	54	49	44
36	100	94	87	81	75	70	64	59	54	50	45
37	100	94	87	82	76	70	65	60	55	51	46
38	100	94	88	82	76	71	66	61	56	51	47
39	100	94	88	82	77	71	66	61	57	52	48
40	100	94	88	82	77	72	67	62	57	53	48

사실을 확인하기 위해 실험을 통해 보여주었으며 센서 모듈에서 습도를 측정하고 있다는 정보를 바탕으로 본 연구에서는 그림 1과 같이 차량 내 센서에서 일정거리 떨어진 영역의 평균 습도를 예측할 수 있는 알고리즘을 연구하여 실천공학 교육적 문제해결을 수행하였다.

B. 온습도 관계

상대습도의 기본 측정방법은 표 1과 같이 건구온도와 습구온도를 측정하여, 건습구표에서 해당되는 값을 결정하게 된다[3]. 다만 차량의 습구온도를 측정할 수 없기 때문에 습구온도를 알아내기 위한 간접 측정방법이 필요하다.

대기에서의 습구온도는 수증기압에 의해 결정되는데, 급격한 기상변화가 없는 한 수증기압은 거의 일정하다[4]. 차량 내부에서는 급격한 기상변화가 있을 수 없기 때문에 차량 내부에서는 습구온도가 일정하다고 가정할 수 있다.

현재 사용하고 있는 센서 모듈에서 습도값을 읽어내고, 이를 상대습도값으로 사용하면, 동일한 위치의 온도센서의 온도값을 이용하여 차량 내부의 습구온도를 역추적할 수 있다. 표 2는 상대습도와 건구온도를 통해 습구온도를 읽어낼 수 있는 건습구 표를 나타낸 것이다. 따라서 온도 알고리즘에서 계산된 실내온도 값을 건구온도로 대체하고, 표 2에서 얻어낸 습구온도를 이용하면 실내의 상대습도를 계산할 수 있다.

C. 연구 결과

1) 관계식

습구온도를 계산하기 위한 알고리즘 식은 M. G.

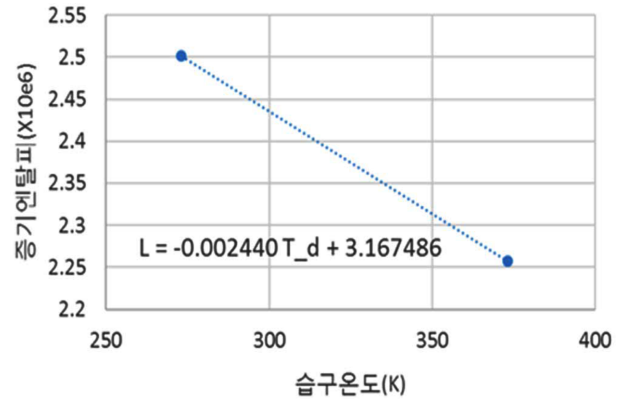


그림 2. 결과 - 증기엔탈피 선형근사화

Fig. 2. Results - velocity in fluid region.

Lawrence[5]에 의하면 식 (1)에 의하여 구할 수 있다.

$$T_{Wet} = T_d \left[1 - \frac{T_d \ln \frac{H_R}{100}}{\frac{L}{R_w}} \right]^{-1} \tag{1}$$

여기서, L : 증기엔탈피이고, R_w : 수증기의 기체상수(461.5 J/K·kg)이다. 증기엔탈피는 273.15 K에서 2.501×10^6 J/kg이고, 373.15 K에서 2.257×10^6 J/kg인데, 선형으로 근사하면, 그림 2와 같은 관계가 성립되고 건구온도 T_d 에 따른 증기엔탈피를 위 식에 적용할 수 있다.

2) 해석 검증

상대습도 및 건구온도를 기반으로 한 습구온도 계산을 통

표 2. 건구온도와 상대습도를 이용한 습구온도(습구온도 단위는 °C)

Table 2. Minimum experiment points deduction

상대습도 (%)	대기온도(°C)									
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
90	-6.5	-1.3	3.5	8.2	13.3	18.3	23.2	28.0	33.0	38.2
85	-7.2	-2.0	2.3	7.3	12.5	17.4	22.1	27.0	32.0	37.1
80	-7.7	-2.8	1.9	6.5	11.6	16.5	21.0	25.9	31.0	36.2
75	-8.4	-3.6	0.9	5.6	10.4	15.4	19.9	24.7	29.6	34.5
70	-9.2	-4.5	0.2	4.5	9.1	14.2	18.6	23.3	28.1	33.5
65	-10.0	-5.4	-1.0	3.3	8.0	13.0	17.4	22.0	26.8	32.0
60	-10.8	-6.5	-2.1	2.3	6.7	11.9	16.2	20.6	25.3	30.5
55	-11.6	-7.4	-3.2	1.0	5.6	10.4	14.8	19.1	23.9	28.9
50	-12.8	-8.4	-4.4	-0.3	4.1	8.6	13.3	17.5	22.2	27.1
45	-14.3	-9.6	-5.7	-1.5	2.6	7.0	11.7	16.0	20.2	25.2
40	-15.9	-10.8	-7.3	-3.1	0.9	5.4	9.5	14.0	18.2	23.0
35	-17.5	-12.1	-8.6	-4.7	-0.8	3.4	7.4	12.0	16.1	20.6
30	-19.0	-14.3	-10.2	-6.9	-2.9	1.3	5.2	9.2	13.7	18.0

표 3. 습구온도 계산 및 오차

Table 3. Minimum experiment points deduction

상대습도 (%)	대기온도(°C)									
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40
90	0.11	-0.14	0.00	0.23	0.07	0.01	0.04	0.17	0.10	-0.17
85	0.07	-0.21	0.39	0.29	-0.01	-0.01	0.19	0.19	0.08	-0.13
80	-0.21	-0.23	-0.06	0.21	-0.03	-0.07	0.29	0.25	0.00	-0.35
75	-0.34	-0.30	0.03	0.17	0.20	0.02	0.34	0.36	0.27	0.18
70	-0.42	-0.32	-0.22	0.27	0.46	0.15	0.52	0.59	0.56	-0.08
65	-0.56	-0.40	-0.05	0.41	0.45	0.19	0.53	0.66	0.58	0.09
60	-0.77	-0.36	-0.04	0.27	0.57	0.06	0.45	0.73	0.70	0.17
55	-1.06	-0.59	-0.12	0.34	0.39	0.24	0.48	0.80	0.62	0.23
50	-1.05	-0.82	-0.20	0.31	0.51	0.60	0.48	0.86	0.72	0.37
45	-0.84	-0.97	-0.30	0.05	0.50	0.63	0.45	0.66	0.96	0.45
40	-0.67	-1.26	-0.25	0.04	0.52	0.49	0.85	0.80	1.03	0.65
35	-0.68	-1.63	-0.69	-0.16	0.35	0.55	0.94	0.71	0.96	0.81
30	-1.00	-1.33	-1.06	-0.01	0.32	0.44	0.84	1.13	0.90	0.86
Max	0.11	-0.14	0.39	0.41	0.57	0.63	0.94	1.13	1.03	0.86
Min	-1.01	-1.63	-1.06	-0.16	-0.03	-0.07	0.04	0.17	0.04	-0.35

하여 위 식을 검증하였다. 표 3에 검증결과를 나타내었다. 최대 1.6°C의 오차가 발생하지만, 측정오차를 감안한다면 대부분 1°C내로 계산치와 측정치가 일치하는 경향을 띠므로, 알고리즘 식으로 사용하기에 충분한 것으로 보인다.

3) 알고리즘 정리

식 (1)로부터 상대습도 H_R 에 대하여 정리하면 식 (2)와 같이 표현된다. 아래 식을 이용하면 차량 내에서의 상대습도를 계산할 수 있다.

$$H_R = 100 \exp \left[-\frac{L}{R_W T_d T_{Wet}} (T_d - T_{Wet}) \right] \quad (2)$$

III. 결론

본 논문에서는 실천공학교육적 문제해결을 차량 내부의 온도 습도 제어 방식을 사례를 들어 제시하였다. 그 결과 온도와 습도의 관계를 통해 제어 변수는 2개에서 1개로 감소할 수 있음을 확인하였다. 추가적인 연구로, 차량 실내 온도를 정확하게 예측하는 방법[6]이 융합되면 본 논문 연구의 결과는 확실하게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] C. S. Kang, "The characteristics of bioclimatic types according to annual cumulative temperature-humidity index in South Korea," *The Korean Geographic Society*, pp. 312-323, June 2008.
- [2] H. H. Um, K. J. Ha, and S. E. Moon, "The urban effect on the change of relative humidity in Seoul," *Korean Meteorological Society*, pp. 127-135, February 1997.
- [3] D. S. Chi, S. T. Kim, and C. B. Park, "The effects of pressure, wind velocity, and diameter of wet element on the measurement of relative humidity by a psychrometer," *The Society Air-conditioning Refrigeration Engineers of Korea*, pp. 137-141, May 1990.
- [4] S. Lee, "Architectural environment planning," Taerim Culture History, 1998.
- [5] M. G. Lawrence, "The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air," *American Meteorological Society*, pp. 225-233, February 2005.
- [6] J. Y. Kim, "A study on development of indirect temperature sensor for automotive air-conditioning system," Ph.D. dissertation, Korea University of Technology and Education, Cheonan, 2017.



김진우 (Jin-woo Kim) 정회원

1984년 3월 ~ 1991년 12월 광운대학교 전기공학과
1991년 1월 ~ 2006년 7월 : 삼성전자 생산기술연구소 책임연구원
2004년 2월 : 한양대학교 전기공학과 석사
2006년 8월 ~ 2014년 1월 : 한국기술교육대학교 첨단기술교육센터
2007년 3월 ~ 2008년 2월 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 대우교수
2012년 2월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학 박사
2014년 3월 ~ 한국폴리텍대학 흥성캠퍼스 자동화시스템과 교수
<관심분야> PLC, HMI, Motion, FieldBus, HRD, 열전달



주강우 (Kangwo Joo)

2010년 8월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부 학사
2012년 8월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과 석사
2012년 9월 ~ 2015년 8월 : 한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과 박사과정 수료
2012년 3월 ~ 2016년 5월 : 한국폴리텍대학 시간강사
2016년 5월 ~ 현재 : 에스엔유프리시전(주) 연구소 엔지니어
<관심분야> CFD, 반도체 장비, 공학교육, 열전달