

차량용 통합 센서 모듈 제어를 위한 시뮬레이터 개발

전진영¹ · 박정연² · 변형기^{1,+}

Development of Control Simulator for Integrated Sensor Module of Vehicle

Jin-Young Jeon¹, Jeong-Yeon Park², and Hyung-Gi Byun^{1,+}

Abstract

The integrated sensor module of vehicle combines the functions of rain sensor, auto defog sensor, and sun angle sensor into a single module. These functions originally were applied to work separately. This integrated sensor module should meet the each performance which appears from the individual modules up to the same level or higher. Therefore, it is important to verify the stability and the accuracy considering the characteristics of the integrated sensor module according to various situations. For the verification, we need to use the actual data of integrated sensor module measured but, a lot of time and money is needed to collect data measured under various circumstances when operating. Thus, through the development of this simulator for the control of the integrated sensor module, we can use it effectively for the initial verification of integrated sensor module by implementing the various situations. In this paper, the simulator for controlling the integrated sensor module which combines vision-based rain sensor, auto defog sensor, auto light sensor, and sun angle sensor has been developed.

Keywords : Vision sensor, Integrated sensor module, Simulator, Vehicle sensor

1. 서론

차량 지능화 및 전장 부품 집적, 통합화 추세에 따라 차량에 운전자의 안전운전을 위한 시스템의 적용이 증가되고 있으며, 안전운전 시스템 기능 중 운전자의 시야확보 강화를 위한 관련 기술 개발이 중점적으로 이루어지고 있다[1]. 이러한 운전자 시야 확보 및 운전 보조를 위한 센서 시스템은 주로 자동차 전면유리에 낙하되는 강우, 강설 정도를 감지하여 와이퍼를 자동으로 제어하는 Rain Sensor, 전면 유리의 온도와 실내습도를 측정하여 김 서림 발생 시 에어컨을 가동, 제습 시켜 줌으로써 결로를 사전에 예방하는 ADS (Auto Defog Sensor), 주변조도를 감지하여 라이트를 자동 점멸하게 하

는 ALS (Auto Light Sensor)와 태양의 조사각을 측정하여 차량내부의 운전석 및 조수석 개별공조에 사용하는 SAS (Sun Angle Sensor)로 이루어지며, 이 센서들은 현재 룸 미러 장착 공간 및 차량 대쉬 보드 등에 분산되어 별도 장착, 적용되고 있다. 하지만, 이렇게 개별적으로 분산 설치되는 센서들이 늘어나면서, 개별 센서의 구입 설치 시 소요되는 비용과 설치 위치 선정 등의 문제점들이 발생하고 있다. 이러한 문제점의 개선을 위하여 최근 앞서 언급한 4가지 센서들을 하나의 모듈로 통합하여 개별 센서 구입시 소요되는 비용의 절감과 설치 위치 선정 등의 문제를 해결하기 위한 기술 개발 사업이 진행 중이다. 이어서 통합 센서 모듈의 개발과 동시에 안정성 및 정확성을 검증 하여야 하는데, 이러한 검증을 위해 통합 센서 모듈의 많은 실측 데이터 수집이 필요하다. 하지만 다양한 동작환경에 따른 수 많은 실측 데이터를 수집하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요된다. 이러한 실측 데이터 수집에 소요되는 시간과 비용을 절감하면서 통합 센서 모듈의 안정성과 정확성의 검증을 위해 통합 센서 모듈 제어 시뮬레이터의 개발이 필요한 실정이다.

¹강원대학교 전자정보통신공학부(Division of Electronics, Information & Communication Engineering, Kangwon National University)

5-Engineering Bldg., Kangwon National University, Joongang-ro Samcheok-si Gangwon-do, 245-711, Korea

²수성대학교 컴퓨터정보과(Department of Computer Information, Suseong College)

Suseong College, Manchon 3-dong, Suseong-gu, Daegu, 706-711, Korea

*Corresponding author : byun@kangwon.ac.kr

(Received : Dec. 20, 2012, Accepted : Jan. 3, 2013)

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.

2. 통합 센서 모듈 제어 시뮬레이터 설계 및 구현

2.1 통합 센서 모듈

통합센서 모듈은 Fig. 1과 같이 Rain Sensor, ADS, ALS, SAS, 이 4가지의 센서를 하나의 모듈로 통합한 형태이다. 이 통합 센서 모듈에는 기존 단품으로 적용되던 개별 센서의 제어 알고리즘 역시 통합 알고리즘으로 적용 되어야 한다.

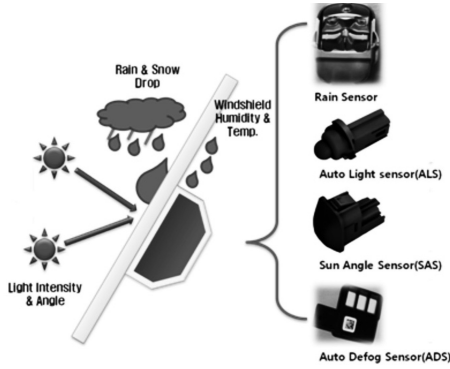


Fig. 1. Integrated sensor module.

2.2 개별 센서 모듈 및 제어 알고리즘 분석

2.2.1 Rain Sensor

현재 대부분의 차량에 적용되고 있는 Rain Sensor는 발광부 광이 차량 윈드실드 반사시 물방울 산란에 의한 광 감소 정도를 포토 다이오드로 측정하는 광학 방식이 적용되고 있으나, 정확성이 떨어지고 오작동이 빈번하다. 그리고 최근 광도파관 외부 산란광을 이용한 Rain Sensor[2] 또한 연구단계에 있다.

본 연구의 통합 센서 모듈은 정확성과 오작동이 빈번한 포토다이오드를 이용한 광학방식의 우적감지 대신, 이미지 센서를 이용하여 획득한 이미지를 패턴 신호처리 하는 방식을 적용함으로써 정확도의 향상과 기존 광학 방식 대비 오작동을 배제하여 감성 품질을 향상 시키고자 한다.

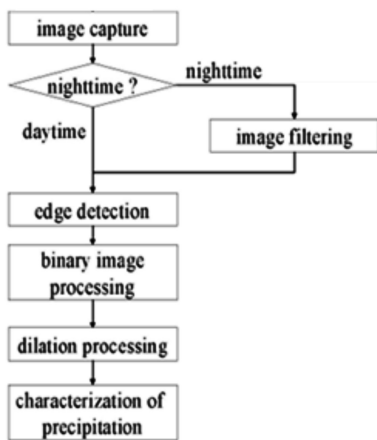


Fig. 2. Image processing flow chart.

이러한 이미지 기반 우적감지를 위하여 Fig. 2와 같은 이미지 처리 과정이 필요하며, 이미지 처리가 끝난 후 와이퍼의 제어를 위하여 Fig. 3과 같은 강수량 분석이 필요하다. 강수량의 분석은 수분 레벨과 분포도를 이용하여 강우 상태를 결정하며, 수분 레벨은 영상 처리가 완료된 256*256 영상에서 비가 묻어있는 화소수로 정의 된다[3-5].

$$\text{분포도} = \frac{\text{1값을 가진 화소수}}{\text{전체화소수}}(65,536) \quad (1)$$

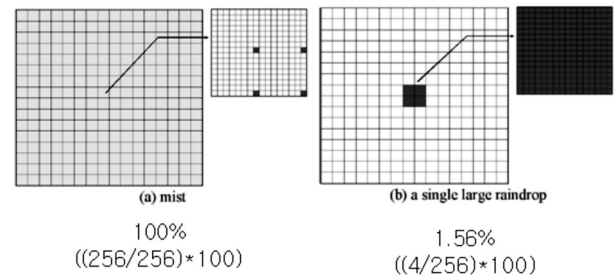


Fig. 3. Precipitation analysis.

2.2.2 ADS

차량용 ADS의 개발 및 차량 적용은 최근에 시작된 센서 모듈로, 자동차의 윈드실드에 발생하는 김서림을 감지하여 제거하기 위하여 개발 되었다. 자동차의 윈드실드에 발생하는 김서림은 자동차 내부와 외부의 온도차가 크고 내부 습도가 높을 경우에 발생하며, 김서림이 발생하면 운전자의 시야를 방해하게 된다. 이 경우에 대한 대처법을 알지 못하는 운전자가 다수 있으며, 알고 있다 하더라도 주행 중 운전자의 수동 조치는 안전 운행에 위협이 될 수 있다. 이를 해결하기 위한 연구로 Defrost Nozzle의 성능 개선이나 김서림 발생 및 제거에 대해 CFD (Computational Fluid Dynamics) 해석과 실험 결과를 비교한 연구와[6-8], 김서림 제거 시스템 및 ADS의 개발[9, 10]을 위한 연구가 계속 진행되고 있다. ADS는 차량 윈드실드에 부착되어 온, 습도 감지 데이터를 ECU (Electronic Control unit) 로 전송하여 차량 HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning) 동작을 통한 김서림 방지를 유도한다. 이러한 ADS는 차량 유리면의 정확한 김서림 검출을 위하여 차량 실내온도와 차량 유리면 주위 습도를 ASHRAE[11]의 (2)식을 이용하여 연산 후 얻어진 이슬점 온도를 차량 유리면 온도와 비교하여 김서림 검출 신호를 선택적으로 출력하게 된다[12].

$$T_d = C_{14} + C_{15}\alpha + C_{16}\alpha + C_{17}\alpha + C_{18}(P_w)^{0.1984} \quad (2)$$

여기서,

$$\alpha = \ln(P_w), P_w : \text{포화압력}$$

$$C_{14} = 6.54, C_{15} = 14.526, C_{16} = 0.7389$$

$$C_{17} = 0.0486, C_{18} = 0.4569$$

2.2.3 ALS 및 SAS

통합 센서 모듈의 ALS 및 SAS는 조도와 일사각의 두 센서 기능이 하나로 일체화된 MSS (Multi Sun Sensor)가 적용되며, MSS는 상하좌우 총 4개의 조도센서로 이루어져 있다. 상하 2개의 조도센서는 차량 주변의 밝기를 감지하여 조도를 전기적 신호로 변환 후, 차량의 램프(tail, head lamp) 등의 제어를 담당하며, 좌우 2개의 조도 센서는 차량에 비치는 태양의 일사량 및 위치를 감지하여 전기신호로 변환 후, 차량의 ATC (Automatic Temperature Control)에 신호를 출력시켜 HVAC에서 일사량에 대한 온도 보상을 할 수 있도록 하는 개별 공조제어 기능을 담당한다[13].

2.3 통합 센서 모듈 제어 알고리즘 설계

통합 센서 모듈 제어를 위한 시뮬레이터의 개발을 위해서는 앞서 언급한 각각의 개별 모듈의 제어 알고리즘이 하나로 통합된 알고리즘의 설계가 우선적으로 진행 되어야 한다. 이를 위하여 분석된 개별 알고리즘들을 바탕으로 Fig. 4와 같이 시뮬레이터에 적용할 통합 제어 알고리즘을 설계 하였다.

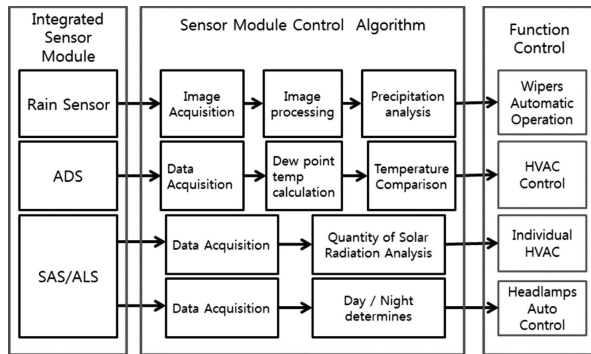


Fig. 4. Integrated control algorithm block diagram.

2.4 통합 센서 모듈 제어 시뮬레이터 구현

4가지 센서 기능이 통합된 센서 모듈 제어 시뮬레이터는 Fig. 5에서와 같은 폼으로 완성 되었으며, 랩뷰(NI, LabVIEW)를 이용하여 개발 되었다.

2.4.1 Rain Sensor

이미지 센서로부터 원본 이미지의 획득 후 전처리 과정 (Fig. 5의

RS(1)~RS(4)을 거친 후 계산된 빗방울 분포도 (Fig. 5의 RS(5))를 이용하여 와이퍼의 속도(Fig. 5의 RS(6))를 제어 한다.

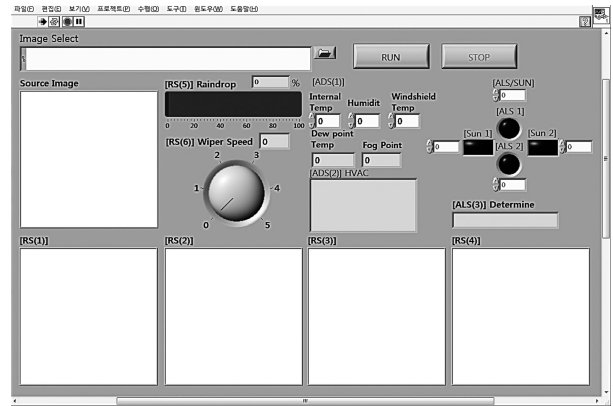


Fig. 5. Control simulator for integrated sensor module.

2.4.2 ADS

ADS 모듈로부터 얻어진 데이터를 이용하여 계산된 이슬점 온도와 유리표면 온도의 차를 통해 산출 된 김서림 포인트(Fig. 5의 ADS(1))를 기준으로 윈드실드 공조 제어를 수행 한다.

2.4.3 ALS 및 SAS

자동차 윈드실드에 비치는 빛의 상하 조도를 측정하여 ALS의 기능을 수행하는 Fig. 5의 ALS(1), ALS(2)를 통해 얻어진 조도 값을 기준으로 주야 판별을 수행 후 자동차 라이트의 점멸을 결정한다. 그리고 좌우의 조도를 측정하여 SAS의 기능을 수행하는 Fig. 5의 (Sun(1), Sun(2))를 통해 얻어진 조도 값을 이용하여 일사량 및 좌우 조도차를 계산하여 일사각을 판단 후 좌우 공조제어를 수행하게 된다.

Fig. 5의 [ALS/SUN] 부분에서 보이는 4개 LED는 상하좌우 4개의 조도 센서를 나타내는 것으로 획득된 데이터에 따라 각각의 밝기를 다르게 나타내어 조도에 따른 태양의 각도를 알 수 있도록 하였다.

3. 실험 및 결과

3.1 실험조건

실험은 가상의 수치화된 2가지 기상 데이터와 이미지를 사용 하였으며, 통합 센서 모듈로부터 해당 입력이 들어올 경우, 와이퍼의 동작과 주야판별, 그리고 공조 장치들의 동작 상태를 알아 보았다. 첫 번째 실험에 사용된 이미지는 Fig. 6과 같으며 실내온도 25℃, 습도 80%, 유리 표면 온도 10℃, 상하조도 60, 10, 좌우조도 20,

40으로 설정 하였으며, 두 번째 실험엔 Fig. 7의 이미지와 실내온도 28℃, 습도 99%, 유리 표면 온도 9℃, 상하조도 50, 10, 좌우조도 10, 40으로 설정 하였다.



Fig. 6. Input image 1.



Fig. 7. Input image 2.

3.2 실험 결과

2가지 실험 조건의 기상 데이터와 이미지의 입력 결과 첫 번째 실험은 Fig. 8과 같은 결과를, 두 번째 실험은 Fig. 9와 같은 결과를 얻었다.

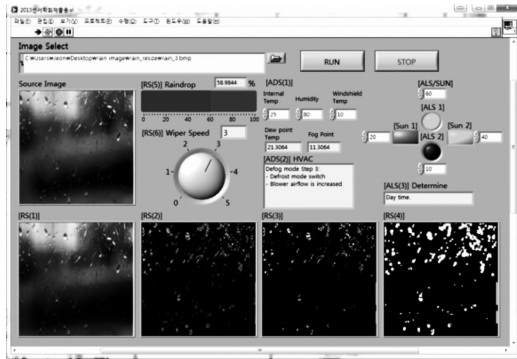


Fig. 8. Simulation results 1.

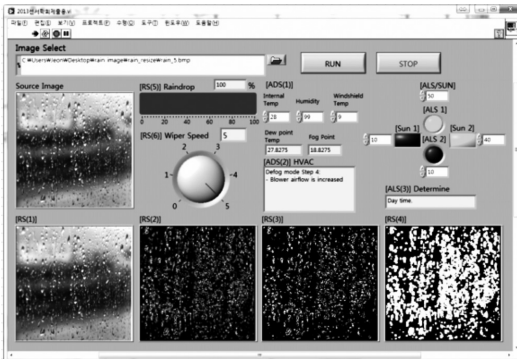


Fig. 9. Simulation results 2.

3.2.1 Rain Sensor 결과

앞서 비의 양이 다른 2가지 실험 조건 이미지를 입력한 결과 첫 번째는 Fig. 10과 같이 이미지의 빗방울 분포도는 약 58%이며, 분포도에 따른 와이퍼 속도는 1-5단계 중 3의 속도로 결정 된 반면, 두 번째는 Fig. 11과 같이 이미지의 빗방울 분포도는 100%이며, 와이퍼 속도는 5로 첫 번째 실험의 결과보다 훨씬 빠른 속도로 결정 되었다.

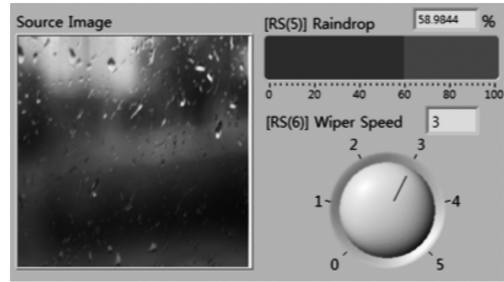


Fig. 10. Rain sensing results 1.

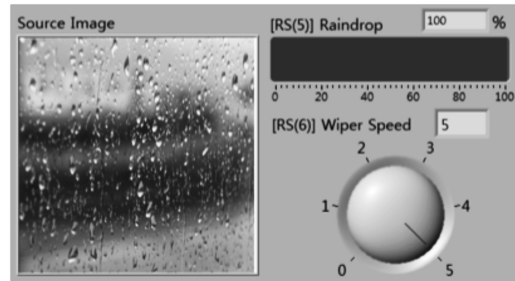


Fig. 11. Rain sensing results 2.

3.2.2 ADS 결과

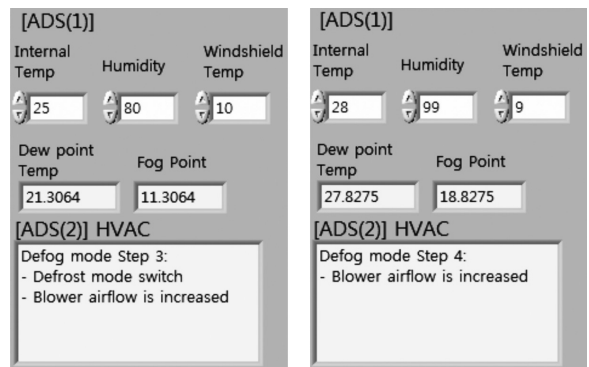


Fig. 12. Fog sensing results 1.

Fig. 13. Fog sensing results 2.

첫 번째 실험 조건인 실내온도 25℃, 습도 80%, 유리 표면 온도 10℃의 데이터를 입력한 결과 Fig. 12에서 보는 바와 같이 이슬점 온도는 약 21℃로 김서림의 가능성이 높은 것으로 판단 Fig. 12와 같이 공조기를 제어하는 것으로 결정 되었으며, 두 번째 실험 조건

인 실내온도 28℃, 습도 99%, 유리 표면 온도 9℃의 데이터를 입력한 결과 Fig. 13에서 보는 바와 같이 이슬점 온도는 약 27℃로 김서림의 가능성이 매우 높은 것으로 판단, Fig. 13과 같이 첫 번째 실험의 결과 보다 한 단계 더 높은 단계로 공조기를 제어 해야 하는 것으로 결정 되었다.

3.2.3 ALS 및 SAS결과

첫 번째 실험 조건으로 상하조도 60, 10, 좌우조도 20, 40의 수치 입력 결과 상하좌우 4개의 LED가 각 입력 수치에 대한 밝기를 Fig. 14과 같이 나타내며, 현재의 시야 상황이 주간과 같다는 판단이 내려졌으며, 두 번째 실험 조건인 상하조도 50, 10, 좌우조도 10, 40의 수치 입력 결과 Fig. 15와 같은 결과를 얻었다.

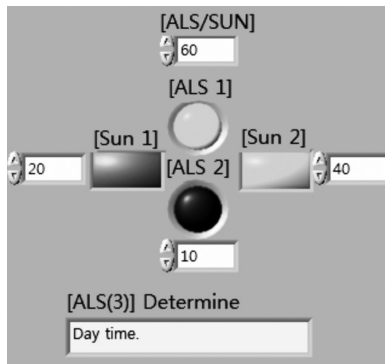


Fig. 14. Illumination and sun angle sensing results 1.

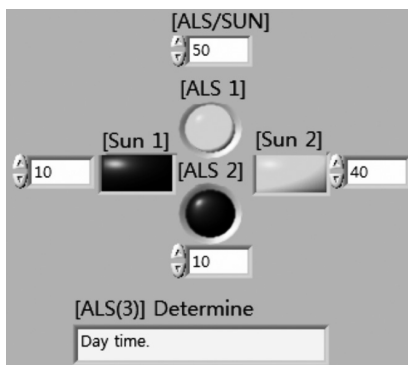


Fig. 15. Illumination and sun angle sensing results 2.

4. 결론

본 연구에서는 기존의 단품으로 적용되던 Rain Sensor, ADS, ALS, SAS 각각의 기능 및 알고리즘에 대하여 선행 분석 후, 분석된 각 개별 모듈의 알고리즘들을 하나로 통합한 알고리즘을 설계하였다. 설계된 통합 알고리즘을 바탕으로 LabVIEW를 이용하여 4개

의 센서가 하나로 통합된 센서 모듈의 제어를 위한 시뮬레이터를 개발하였다. 개발된 시뮬레이터를 이용한 통합 센서 모듈의 제어 시뮬레이션 결과 다양한 환경에서 통합 센서 모듈의 테스트가 가능함을 확인 하였으며, 통합 센서 모듈의 안정성과 정확성 검증을 위한 실측 데이터 수집에 소요되는 많은 시간과 비용을 절감할 수 있을 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 “부품소재기술개발사업”으로 수행된 연구 결과 임.

REFERENCES

- [1] A. Broggi, “Intelligent vehicle applications world-wide”, *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 15, No.1, pp. 78-81, 2000.
- [2] K.-N. Choi, “Rain sensor using scattered light outside waveguide”, *Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 48, No. 2, pp. 22-27, 2011.
- [3] J.-H. Park, M.-H. Kim, H.-J. Im, K.-C. Lee, and S. Lee, “Development of vision based control smart windshield wiper system for intelligent vehicle”, *SICE-ICASE International Joint Conference 2006 Oct. 18-21, 2006* in Bexco, Busan, Korea.
- [4] K.-C. Lee, M.-H. Kim, and S. Lee, “Development of intelligent rain sensing algorithm for vision-based smart wiper system”, *Journal of Control, Automation and System Engineering*, Vol. 1, No. 70, July. 2004.
- [5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital image processing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1992.
- [6] A. Aroussi, A. Hassan, B. Clayton, B. S. AbdulNour, and E. Rice, “Improving vehicle windshield defrosting and demisting”, *SAE Paper*, No. 2000-01-1278, 2000.
- [7] A. Aroussi, A. Hassan, and B. S. AbdulNour, “Effects of vehicle windshield defrosting and demisting process on passenger comfort”, *SAE Paper*, No. 2001-01-1729, 2001.
- [8] A. Aroussi, A. Hassan, B. Clayton, and B. S. AbdulNour, “Comparison of performance between several vehicle windshield defrosting and demisting

- mechanisms”, *SAE Paper*, No 2001-01-0582, 2001.
- [9] T. M. Urbank, S. M. Kelly, T. O. King and C. A. Archibald, “Development and application of an integrated dew point and glass temperature sensor”, *SAE Paper*. No. 2001-01-0585, 2001.
- [10] M. Wang, T. M. Urbank, and K. V. Sangwan, “Clear Vision automatic windshield defogging system”, *SAE Paper*. No. 2004-01-1373, 2004.
- [11] Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., *ASHRAE Handbook*, Chap. 6. 1997.
- [12] J.-Y. Kim, J.-H. Kim, M.-C. Han, W.-G. Park, K.-Y. Jang, “Automatic de-mist control system for automobile windshield glass”, *Autumn Conference Proceeding*, pp. 1545-1550, KSAE, 2004.
- [13] <http://www.autosanup.com/>(retrieved on Dec. 10, 2012).