
LabView를 이용한 휴대형 브레이크 저더 측정 시스템 구현

신동욱* · 김선형*

Implementation of the portable brake judder measurement system by use of the Labview

Dong-uk Shin* · Sun-Hyung Kim*

요 약

자동차에서 디스크 편차 변이(Disk Thickness Variation : DTV)가 차체 진동 혹은 브레이크 페달 떨림 발생의 근원이 되므로 이를 운전자 보호차원에서 또는 생산 초기 출하시점에서 이를 검사할 수 있는 측정기기의 개발에 본 연구의 목적이 있다.

본 논문에서는 이런 DTV정보와 Labview 언어를 이용한 휴대용 Brake Judder 측정 시스템을 개발하였다.

ABSTRACT

In Because DTV comes to origin of car body shock or brake pedal flutter occurrence in car, This in development of measurement device that can examine this in driver protection dimension or at production early sending of goods visual point purpose of this study have.

In this paper, I developed portable Brake Judder measurement system by use of the DTV.

키워드

DTV(Disk Thickness Variation), Brake Judder

I. 서 론

최근 자동차의 보급이 확산되고 차량과 함께하는 시간이 길어지게 되면서, 소비자들의 차량 안정성에 대한 관심과 요구 조건이 더욱 증대되고 있다. 이에 따라 국내 자동차 업체들도 차량의 안정성 저해 요소인 차량 진동에 대하여 더욱 많은 관심과 연구노력을 기울이고 있다 [1].

본 논문에서는 차량에서 발생하는 여러 진동 현상 중에서 제동시 발생하는 저주파 진동 현상인 브레이크 저더(Brake Judder)의 측정방법에 대해서 연구하였다. 브

레이크 저더(Brake Judder)란 제동시 브레이크 시스템에서 발생하는 제동 토크의 불균일 현상(BTV: Brake Torque Variation) 의 여기(Excitation)가 현가장치(Suspension System) 및 차체를 경로 수단으로 하여 핸들 떨림, 차체 진동 혹은 브레이크 페달 떨림(Steering Wheel Vibration, Vehicle Body Vibration or Brake Pedal Vibration)등으로 운전자에게 전달되는 진동 현상을 말한다. 브레이크 저더는 크게 냉간저더(Cold or DTV Judder) 와 열간저더(Hot or Thermal Judder)로 나누어지며 이는 발생원인 및 주파수에 의해 분류된다. 브레이크 저더 발생의 가장 큰 원인인 디스크 런-아웃(Run-out) 및

디스크 두께 변화(disc thickness variation, DTV)를 본 시스템을 통하여 관련 변수인 제동 초속도 및 페달 입력의 변화를 통한 실차 상태에서의 실제적인 변화를 측정할 수 있다[2][3].

본 논문에서는 실제 주행 중인 자동차에서 디스크 런아웃(Run-out) 및 디스크 두께 변화(disc thickness variation, DTV)를 측정하여 브레이크 저더 현상을 측정할 수 있는 소프트웨어를 개발 하였다. 이 소프트웨어는 측정된 데이터를 가공하여 원하는 형태의 데이터로 출력 및 저장할 수 있고, 측정된 데이터를 이용하여 오더분석 및 디스크 형상 칼라 맵핑 등과 같은 분석기능을 지원한다.

본 논문은 2장에서 구현된 소프트웨어의 내부 구조와 기능, 사용자 인터페이스에 대하여 설명하고 3장에서는 구현된 소프트웨어를 이용한 데이터 측정에 대하여 서술하고 4장에서 결론을 유도한다.

II. 소프트웨어 구현

본 논문에서 구현한 소프트웨어는 National Instruments사의 LabView 8.0으로 제작되었으며, 센서로부터 데이터를 수집하기위한 데이터 수집보드로 National Instruments사에서 제공하는 USB 형태의 DAQ 보드를 사용하였다. DAQ 보드는 아날로그 입출력 16채널, 디지털 입출력 8비트, 분해능 16비트, 200KHz의 성능을 가진다.

2.1 소프트웨어 순서도

브레이크 저더를 측정하기위한 시스템은 데이터를 측정하기 위한 주요 기능은 Pre-Run, Run, Post-Run, time-based의 4가지로 구분되며, 각 기능을 처리하기 위한 순서도는 다음 그림 1.과 같다.

데이터를 측정하기위한 4가지 기능과 다음과 같이 동작한다.

Pre-Run : 주행 중 제동 시험을 하기 전에 미리 테스트 해볼 수 있는 실험으로 프로그램 사용자의 선택에 따라 시험회전수를 결정할 수 있고, 측정데이터를 그래프로 출력하고, 측정과 동시에 자동으로 엑셀파일로 저장한다. 제동 시험을 하여 데이터를 측정하기 전의 디스크 상태를 알아보기 위하여 사용하는 기능이다.

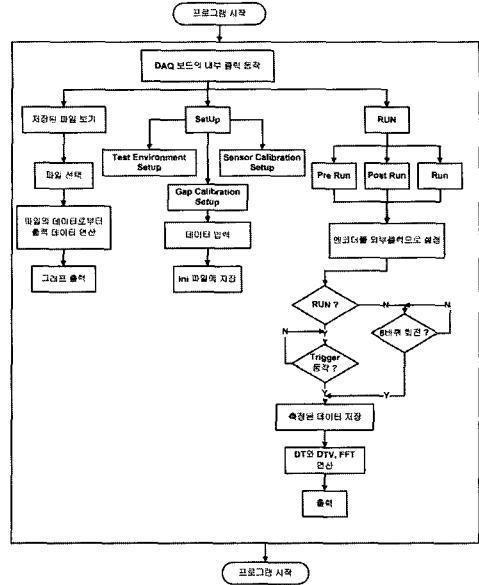


그림 1. 순서도
Fig. 1 flowchart

- **Run** : 주행 중 브레이크의 압력(Pressure)과 토크(Torque)를 측정하여 트리거를 위하여 사용자에게 의해 미리 설정된 설정 값을 초과하는 데이터 발생 시 제동 장치의 동작으로 판단하여 제동 장치의 동작 전부터 제동 장치의 동작이 완전히 멈출 때까지의 측정 데이터를 그래프로 출력하고, 자동으로 엑셀 파일로 저장한다.

- **Post-Run** : 제동 시험을 하기 전에 시험하는 Pre-Run 시험과 동일한 시험을 제동 시험 후에 시행할 수 있는 기능으로 "Pre-Run" 동작과 동일한 동작을 한다. 제동 시험 이전의 디스크 상태와 제동 시험 이후의 디스크 상태를 알아보기 위하여 사용하는 기능이다.

- **time-based** : 실차의 주행 도중 데이터 측정을 위하여 1회전 당 1024개의 신호가 발생하는 엔코더를 사용하나 엔코더를 사용할 수 없을 경우에 사용하는 기능으로 바퀴가 회전하는 RPM을 알고 있을 경우에만 사용 가능하다.

데이터 측정 기능 이외에도, 저장된 데이터를 불러와서 다시 화면 또는 프린터로 출력할 수 있는 기능과, 센서로부터 측정된 전압을 데이터로 변경하기 위한 설정 값을 설정 및 저장할 수 있는 설정 기능 등이 있다.

2.2 소프트웨어 블록다이어그램

그래픽 프로그래밍 언어인 LabView는 기존의 다른 프로그래밍 언어와 달리 사용자 인터페이스 뿐만 아니라 프로그램 소스 작성 또한 그래픽 인터페이스로 이루어진다. LabView로 작성된 프로그램 소스는 블록 다이어그램이라 칭하며, 본 논문에서 구현한 소프트웨어의 블록 다이어그램은 다음 그림 2와 같다.

“Pre-Run”과 “Post-Run”은 제동 시험을 하기전과 시험 후에 테스트하는 기능으로 동일한 동작을 한다. 따라서 다음과 같은 블록다이어그램 하나를 이용하여 두 기능에 모두 동작할 수 있도록 구성하였다.

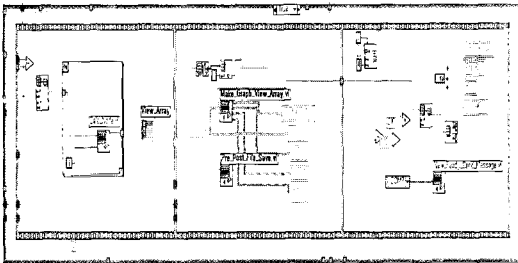


그림 2. Pre-Run, Post-Run 블록 다이어그램.
Fig. 2 Pre-Run, Post-Run block diagram

“Run” 동작은 주행 중 제동을 할 때, 브레이크의 압력 (Pressure)과 토오크(Torque) 조건이 만족되면 측정된 데이터를 그래프로 출력하고 파일로 저장하므로, “Pre-Run, Post-Run”과는 달리 측정된 데이터의 량을 미리 알 수가 없다. 따라서 측정되어지는 데이터를 버퍼에 저장하면서 시험 조건을 만족하는 데이터를 검색하는 방법을 이용하여 구현하였다[5].

다음 그림 3은 버퍼에 저장된 데이터 중 조건에 만족하는 데이터의 시작 시점과 조건에 만족하지 않게 되는 시점을 알기 위한 부분으로 측정된 데이터가 버퍼에 저장되기 전에 미리 조건을 검색한다.

데이터 측정을 위한 시작 시점이 검색되면 지금까지 저장된 데이터 중 시작 시점 이전의 일부 데이터만 남기고 이전의 데이터는 버퍼에서 삭제하며, 종료 시점이 검색되기 이전까지는 계속 측정된 데이터를 버퍼에 저장하고 종료 시점이 검색되면, 이후에 측정되는 일부 데이터를 추가로 저장하고 시험은 종료된다.

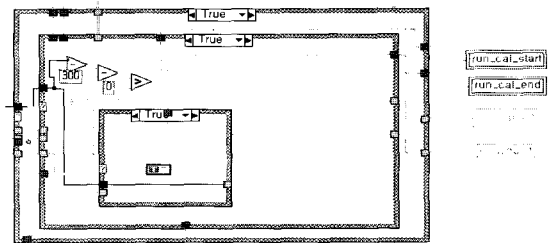


그림 3. Run 블록 다이어그램①.
Fig. 3 Run block diagram①.

다음 그림 4는 위 그림 3에서 버퍼에 저장된 데이터 중 그래프 출력과 데이터 저장에 필요한 데이터의 시작과 끝이 검색되고 난 후 그래프 출력과 데이터 저장을 위해 버퍼에 저장되어 있던 데이터를 가공하기 위한 블록 다이어그램으로 측정된 디스크의 변화 모습을 보기 위한 DTV, Run-out, 오더분석 및 디스크 형상 칼라 맵핑 데이터를 생성한다.

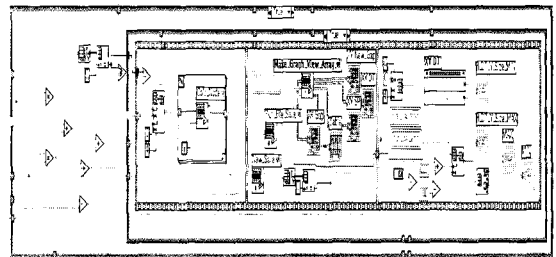


그림 4. Run 블록 다이어그램②.
Fig. 4 Run block diagram②.

다음 그림 5는 데이터를 측정하기 위하여 데이터를 측정하게 되는 채널과 디바이스, 입력 속도, 채널당 샘플링 데이터 개수 등을 지정하여 데이터를 측정하는 모듈의 블록 다이어그램으로 디스크가 회전하면서 발생하는 엔코더의 클럭에 따른 데이터 측정 방식을 사용하므로 DAQ 카드의 외부 클럭을 사용할 수 있는 기능을 이용하여 데이터를 수집한다[6][7].

엔코더 신호를 DAQ 카드의 외부 클럭 핀에 연결한 후 continuous 모드로 측정된 데이터를 연속적으로 수집하는 방법으로 [그림 5]와 [그림 6]이 좌우로 연결된 형태의 블록 다이어그램이다.

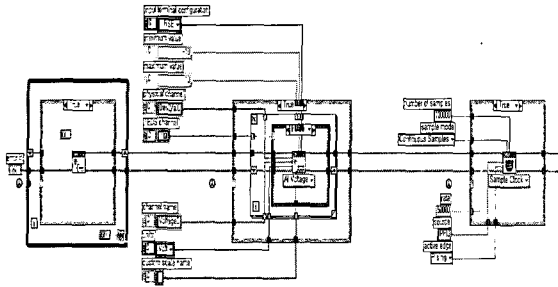


그림 5. DAQmx 설정 블록 다이어그램①.
Fig. 5 DAQmx setup block diagram①

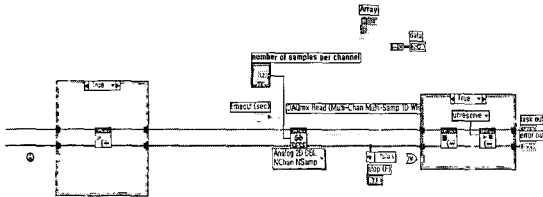


그림 6. DAQmx 설정 블록 다이어그램②.
Fig. 6 DAQmx setup block diagram②.

다음 그림 7은 메인 프로그램의 메뉴를 이벤트로 처리하는 블록 다이어그램이다.

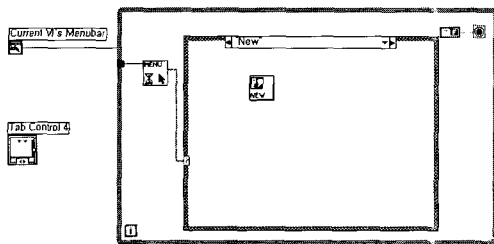


그림 7. 이벤트 처리 블록 다이어그램.
Fig. 7 event driven block diagram

위 그림 7은 메인 프로그램의 메뉴를 구성한 다음 이벤트 구조를 이용하여 각 메뉴에 해당하는 sub Vi를 연결해주는 블록 다이어그램으로 메인 프로그램과는 다른 반복 구조에서 실행함으로써 메인 프로그램의 성능 저하를 막는다. LabView에서는 블록 다이어그램 내에

사용되는 서로 다른 반복구조는 쓰레드로 처리하여 동시에 동작할 수 있도록 한다.

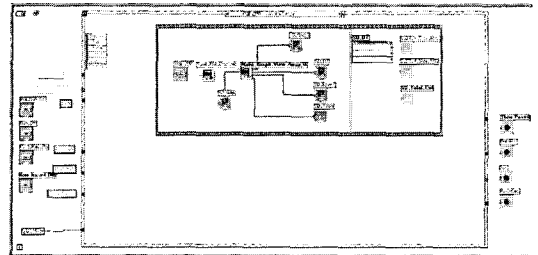


그림 8. 파일선택 블록 다이어그램.
Fig. 8 file selection block diagram

위 그림 8은 저장된 데이터를 그래프와 테이블로 출력하기 위해 파일을 선택하고, 선택된 파일을 열어서 그래프와 테이블로 출력하는 사용자 인터페이스의 버튼에 관련된 이벤트를 처리하는 블록 다이어그램으로 측정된 데이터를 화면에 출력하는 모듈과 동일한 모듈을 사용하여 DTV, Run-Out, 오더분석 및 디스크 형상 칼라 맵핑 데이터를 출력한다.

2.3 사용자 인터페이스

사용자 환경은 메인 프로그램에서 모든 기능을 간단한 마우스 작동으로 이용할 수 있도록 GUI 환경으로 구성하였다. 다음 그림 9는 메인 프로그램 화면으로 시험 후 측정된 데이터를 출력하는 그래프와, 측정된 데이터를 가공하여 DTV와 Run-Out를 출력하는 그래프, 오더 분석, 디스크 형상 칼라 맵핑을 출력하는 창이 있고 화면

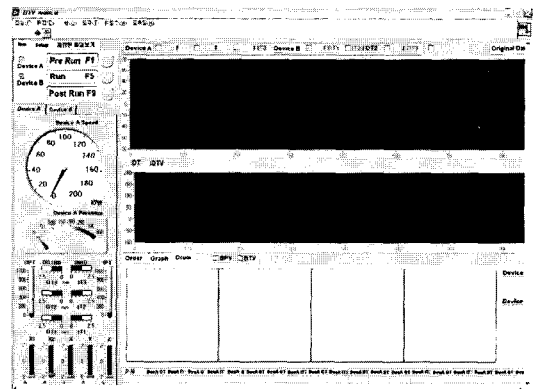


그림 9. 메인 프로그램 화면.
Fig. 9 main program display

의 좌측에는 측정중인 데이터를 채널별로 각종 게이지를 이용하여 실시간 화면 출력하고, 현재 동작 중인 시험을 알 수 있도록 출력하고 시험 동작을 선택할 수 있는 버튼과 저장된 데이터를 출력할 수 있는 버튼으로 구성되어 있다[4][5].

구현된 소프트웨어는 USB 기기 형태의 DAQ 카드를 이용하여 데이터를 측정하며, 측정된 전압 데이터는 미리 입력, 설정해둔 Calibration 데이터를 이용하여 계산한 후 그래프에 출력하고, 파일로 저장한다. 다음 그림 10은 디스크의 변화를 측정하기 위한 센서의 Calibration 데이터를 입력, 저장하는 화면이다. Calibration 데이터는 구간을 2단계로 입력하여, 각 센서의 특성에 맞는 데이터 연산이 가능하도록 하며, 센서에 따라 실제 데이터가 전압과 선형적인 특성을 가지는 경우 AUTO기능을 이용하여 첫 번째와 마지막 항목의 데이터만 입력하면 자동으로 계산을 할 수 있다.

| No. | Cap(Lm) | 속정값 | No. | Cap(Lm) | 속정값 | | | |
|-----|---------|------|-------|---------|-----|------|-------|--------|
| 1. | 0 | 125 | 0.000 | 11. | 0 | 1375 | 0.000 | 1.000 |
| 2. | 0 | 250 | 0.000 | 12. | 0 | 1500 | 0.000 | 2.000 |
| 3. | 0 | 375 | 0.000 | 13. | 0 | 1625 | 0.000 | 3.000 |
| 4. | 0 | 500 | 0.000 | 14. | 0 | 1750 | 0.000 | 4.000 |
| 5. | 0 | 625 | 0.000 | 15. | 0 | 1875 | 0.000 | 5.000 |
| 6. | 0 | 750 | 0.000 | 16. | 0 | 2000 | 0.000 | 6.000 |
| 7. | 0 | 875 | 0.000 | 17. | 0 | 2125 | 0.000 | 7.000 |
| 8. | 0 | 1000 | 0.000 | 18. | 0 | 2250 | 0.000 | 8.000 |
| 9. | 0 | 1125 | 0.000 | 19. | 0 | 2375 | 0.000 | 9.000 |
| 10. | 0 | 1250 | 0.000 | 20. | 0 | 2500 | 0.000 | 10.000 |

그림 10. Calibration 데이터 입력 화면.
Fig. 10 Calibration data input display

III. 데이터 측정

본 논문에서 구현한 소프트웨어는 센서를 이용한 데이터 측정 후 다음 그림11.과 같은 결과 화면을 출력한다.

다음 그림11에서 상단의 그래프는 측정된 디스크의 변화 데이터를 출력하고 하단의 그래프는 측정된 데이

터를 가공하여 DT와 DTV와 Run-Out을 출력한다. 또 하단의 원형 그래프는 데이터를 가공 후 측정된 디스크의 모양을 표현하는 컬러 맵 그래프이고, 화면 하단의 표는 측정된 데이터, 연산된 DT, DTV, 오더 분석 데이터를 출력한다.

좌측 상단의 메뉴 중 '저장된 파일보기' 메뉴를 이용하여 시험 후 저장된 데이터를 불러와서 출력할 수 있다. 저장된 데이터는 엑셀 파일의 형태로 저장되어 진다[7].

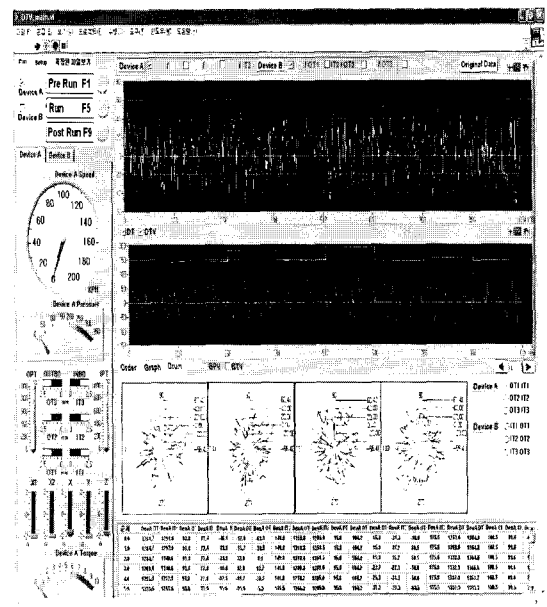


그림 11. 데이터 출력 화면.
Fig. 11 data output display

IV. 결론

본 논문에서는 차량에서 발생하는 여러 진동 현상 중 에서 제동시 발생하는 저주파 진동 현상인 브레이크 저더(Brake Judder)의 측정을 위한 소프트웨어를 구현 하였다. 구현된 소프트웨어는 사용자 중심의 인터페이스와 프로그램의 원활한 유지보수 및 업그레이드를 위하여 높은 생산성을 가진 그래픽 프로그래밍 언어인 LabVIEW를 이용하였고, 데이터 수집을 위하여 National Instrument사에서 제공하는 USB 타입의 DAQ 보드를 사용하였다.

기존에 현장에서 사용되는 DTV 측정 시스템은 측정

된 데이터를 바로 확인할 수 있는 출력 시스템이 없어서 측정 후 저장된 데이터를 엑셀과 같은 외부 프로그램을 이용하여 측정된 데이터를 확인하고 분석 하였으나, 실차에 센서를 장착한 후 DTV 장비와 노트북 PC를 연결하여 사용자가 보다 쉽게 사용할 수 있는 프로그램을 개발함으로써 작업자가 쉽게 사용할 수 있으며, 측정 데이터를 바로 분석할 수 있으므로 데이터 측정 및 분석 업무의 효율성을 증대 시켰다.

그러나 그래픽 프로그래밍 언어인 LabView로 작성된 소프트웨어는 컴파일한 후 완전한 독립적인 실행 파일을 생성해 주는 C와 같은 프로그래밍 언어로 작성된 소프트웨어보다 동작에 많은 자원을 필요로 함을 알 수 있었다. 따라서 장시간 소프트웨어를 사용하여 연속해서 반복 시험을 하는 경우 시스템 자원부족 현상이 있음을 알 수 있었다. 향후 윈도우 프로그램의 특성에 맞는 다양한 이벤트와 사용자 인터페이스 구현, 장시간 연속, 반복 시험이 가능한 소프트웨어를 구현하기 위하여, 전통적인 소프트웨어 개발 도구인 C를 이용한 소프트웨어를 구현하고, 실차에 적용하여 신뢰성 있는 연구를 진행할 것이다.

참고문헌

[1] 이계섭, 서권희, 국종영, 천인법, “중형 버스의 브레이크 저더 현상 개선에 대한 해석적 고찰”, 한국자동차공학회 논문집, 제9권 제4호, pp.148~156, 2003.

[2] 유승원, 한만철, “브레이크 디스크의 런-아웃과 두께 변화에 의한 이상 떨림 현상에 관한 연구”, 한국자동차공학회 논문집 99370070, 제7권 제2호, pp.378-386, 1999.

[3] 홍일민, “실차 상태에서의 제동시 이상 떨림 현상에 대한 연구”, 연세대학교 산업대학원, 2001

[4] Inc National Instruments , Robert Bishop, “LabVIEW (TM) 7.0 Express Student Edition with 7.1 Update”, Prentice Hall, 2005.09.01

[5] 광두영, “LabVIEW 컴퓨터 기반의 제어와 계측”, Ohm사, 2004.08.15

[6] 이병욱, “LabVIEW 를 이용한 기초공학실험”, Ohm사, 2004.08.05

[7] 박홍복, “LabVIEW 7.0 입문”, 정익사, 2004.07

[8] 광두영, “LabVIEW Express”, Ohm사, 2003.09

[9] <http://www.mylv.net/>

[10] NI, “Labview I , II”, NI 교육과정교재, 2006.03

저자소개

신 동 욱(Dong-uk Shin)



2006년 2월 순천향대학교 정보기술
공학부 컴퓨터공학전공 공학사
2006년 3월 ~ 현재 순천향대학교 정보
통신공학과 석사과정

※ 관심분야 : 통신시스템, FPGA, DSP 응용

김 선 형(Sun-Hyung Kim)



성균관대학교 전자공학과 공학사
성균관대학교 전자공학과 공학석사
성균관대학교 전자공학과 공학박사

1989년 3월 ~ 현재 순천향대학교 정보통신공학과
정교수

※ 관심분야 : RFID 시스템, 임베디드 리눅스 시스템