



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0130294  
(43) 공개일자 2018년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 11/07 (2006.01) G01H 11/06 (2006.01)  
G01M 13/00 (2006.01) G06N 3/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G06F 11/0736 (2013.01)  
G01H 11/06 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0066220  
(22) 출원일자 2017년05월29일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
부경대학교 산학협력단  
부산광역시 남구 신선로 365 (용당동,  
부경대학교)  
다운정보통신(주)  
부산광역시 해운대구 센텀중앙로 97, 에이동 909  
호(재송동, 센텀스카이라이프)  
(72) 발명자  
권기룡  
부산광역시 수영구 광안해변로 100, 216동 709호  
(남천동 삼익비치아파트)  
이경민  
경상남도 양산시 동면 금오15길 9, 102동 1001호  
(동면, 동원로얄듀크아파트)  
정충교  
부산광역시 해운대구 센텀동로 26, A동 1102호 (우동, 한화꿈에그린센텀)  
(74) 대리인  
유성원, 전소정, 배경용

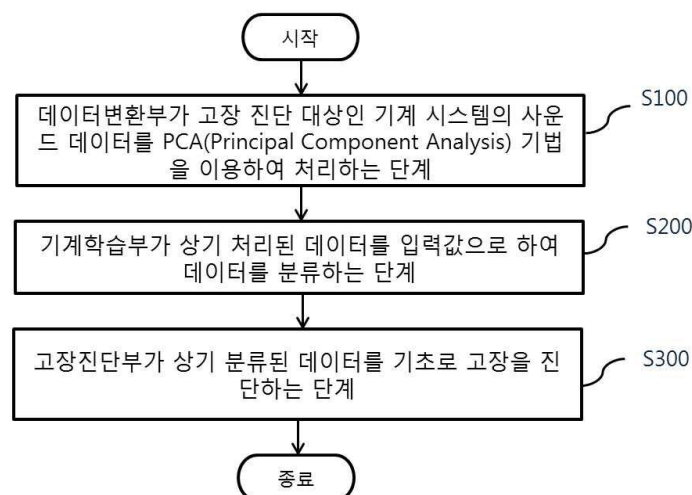
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 사운드 기반 기계고장 진단방법

(57) 요약

본 발명은 사운드 기반 기계고장 진단방법에 관한 것이다. 상기 방법은 데이터변환부가 고장 진단 대상인 기계 시스템의 사운드 데이터를 PCA(Principal Component Analysis) 기법을 이용하여 처리하는 단계, 기계학습부가 상기 처리된 데이터를 입력값으로 하여 데이터를 분류하는 단계 및 고장진단부가 상기 분류된 데이터를 기초로 고장을 진단하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**G01M 13/00** (2013.01)

**G06N 3/08** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 C0407372

부처명 중소기업청((사)한국산학연합회)

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 산학협력기술개발사업

연구과제명 노후화된 자동화 생산설비의 성능향상 및 수명예측을 위한 고장 예지 신호계측과 상태 예측 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 부경대학교산학협력단

연구기간 2016.06.01 ~ 2017.05.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711054908

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성

연구과제명 IoT 및 지능정보 기반 동남권 제조 IT 기술 혁신 및 인재양성

기 여 율 1/1

주관기관 부산대학교산학협력단

연구기간 2017.01.01 ~ 2017.12.31

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

데이터변환부가 고장 진단 대상인 기계 시스템의 사운드 데이터를 PCA(Principal Component Analysis) 기법을 이용하여 처리하는 단계;

기계학습부가 상기 처리된 데이터를 입력값으로 하여 데이터를 분류하는 단계; 및

고장진단부가 상기 분류된 데이터를 기초로 고장을 진단하는 단계를 포함하는

사운드 기반 기계 고장 진단 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방법은

상기 데이터 변환부가 상기 사운드 데이터를 처리하기 전에

데이터필터링부가 상기 사운드 데이터에 대해 저역통과필터처리를 수행하는 단계를 더 포함하는

사운드 기반 기계 고장 진단 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 저역통과필터처리를 수행하는 단계는

상기 사운드 데이터에 대해 DWT(Daubechies Wavelet Tranform)을 수행하는 단계를 포함하는,

사운드 기반 기계 고장 진단 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 데이터를 분류하는 단계는

상기 기계학습부가 상기 처리된 데이터를 인공신경망의 입력값으로 이용하여 데이터를 분류하는 단계를 포함하는,

사운드 기반 기계 고장 진단 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 데이터를 분류하는 단계는

정상 데이터와 비정상 데이터 중 하나로 분류하는 것을 특징으로 하는,

사운드 기반 기계 고장 진단 방법.

## 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위하여 컴퓨터 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 사운드 기반 기계 고장 진단방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 패턴인식기법을 이용하여 자동으로 기계고장을 진단하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 기계 시스템이 정상적인 상태를 유지하기 위해서는 고장 예측 및 진단이 필요하다. 고장이 발생하면 가능한 한 빨리 고장을 감지해야 한다. 만약 기계가 비정상적인 상태에서 계속 작동한다면 제품의 손상은 물론 인명 피해도 초래할 수 있다.

[0003] 기계 시스템의 고장을 진단하기 위하여 기계 시스템의 수학적 모델을 수립하고 다양한 매개 변수 분석을 통해 기계의 상태를 판단하는 방법이 있지만, 기계 시스템의 복잡성과 원 신호를 손상시킬 수 있는 잡음과 같은 비선형 요소들을 수학적 모델 기반으로 처리하기가 어렵고 정확도 측면에서도 신뢰성이 낮다.

[0004] 따라서 기계 시스템의 고장을 편리하고 정확하게 판단할 수 있는 방법이 요구된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 사운드 기반으로 패턴인식기법을 이용하여 기계 시스템의 고장을 정확하게 판단할 수 있는 사운드 기반 기계 고장 진단방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 양상에 따른 사운드 기반 기계 고장 진단방법은 데이터변환부가 고장 진단 대상인 기계 시스템의 사운드 데이터를 PCA(Principal Component Analysis) 기법을 이용하여 처리하는 단계, 기계학습부가 상기 처리된 데이터를 입력값으로 하여 데이터를 분류하는 단계, 및 고장진단부가 상기 분류된 데이터를 기초로 고장을 진단하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 방법은 상기 데이터 변환부가 상기 사운드 데이터를 처리하기 전에 데이터필터링부가 상기 사운드 데이터에 대해 저역통과필터처리를 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0008] 상기 저역통과필터처리를 수행하는 단계는 상기 사운드 데이터에 대해 DWT(Daubechies Wavelet Tranform)을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 데이터를 분류하는 단계는 상기 기계학습부가 상기 처리된 데이터를 인공신경망의 입력값으로 이용하여 데이터를 분류하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 데이터를 분류하는 단계는 정상 데이터와 비정상 데이터 중 하나로 분류할 수 있다.

## 발명의 효과

[0011] 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계 고장 진단 방법에 의하면, 기계결함 진단의 정확도를 높일 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법을 수행하기 위한 장치의 구성도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법의 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법을 설명하기 위한 설명도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법에 따른 비정상 데이터의 예시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법에 따른 정상 데이터의 예시도이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 기계학습부의 데이터 분류 결과를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 발명의 목적 및 효과, 그리고 그것들을 달성하기 위한 기술적 구성들은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 뒤에 설명이 되는 실시 예들을 참조하면 명확해질 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 뒤에 설명되는 용어들은 본 발명에서의 구조, 역할 및 기능 등을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다.
- [0014] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시 예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시 예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 오로지 특허청구범위에 기재된 청구항의 범주에 의하여 정의될 뿐이다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0015] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0016] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하며, 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- [0017] 한편, 본 발명의 실시 예에 있어서, 각 구성요소들, 기능 블록들 또는 수단들은 하나 또는 그 이상의 하부 구성요소로 구성될 수 있으며, 각 구성요소들이 수행하는 전기, 전자, 기계적 기능들은 전자회로, 집적회로, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등 공지된 다양한 소자들 또는 기계적 요소들로 구현될 수 있으며, 각각 별개로 구현되거나 2 이상이 하나로 통합되어 구현될 수도 있다.
- [0018] 또한 첨부된 블록도의 각 블록과 흐름도의 각 단계의 조합들은 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들에 의해 수행될 수도 있다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 범용 컴퓨터, 특수용 컴퓨터, 휴대용 노트북 컴퓨터, 네트워크 컴퓨터 등 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서에 탑재될 수 있으므로, 컴퓨터 장치 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비의 프로세서를 통해 수행되는 그 인스트럭션들이 아래에서 설명할 블록도의 각 블록 또는 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 수행하는 수단을 생성하게 된다. 이들 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 특정 방식으로 기능을 구현하기 위해 컴퓨터 장치 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비를 지향할 수 있는 컴퓨터 장치에 이용 가능한 메모리 또는 컴퓨터 판독 가능 메모리에 저장되는 것도 가능하므로, 블록도의 각 블록 또는 흐름도 각 단계에서 설명된 기능을 수행하는 인스트럭션 수단을 내포하는 제조물을 생산하는 것도 가능하다. 컴퓨터 프로그램 인스트럭션들은 컴퓨터 장치 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에 탑재되는 것도 가능하므로, 컴퓨터 장치 또는 기타 프로그램 가능한 데이터 프로세싱 장비 상에서 일련의 동작 단계들이 수행되기 위한 프로세스를 생성하여 블록도의 각 블록 및 흐름도의 각 단계에서 설명된 기능들을 실행하기 위한 단계들을 제공하는 것도 가능하다.
- [0019] 또한, 각 블록 또는 각 단계는 특정된 논리적 기능(들)을 실행하기 위한 하나 이상의 실행 가능한 인스트럭션들을 포함하는 모듈, 세그먼트 또는 코드의 일부를 나타낼 수 있다. 또, 몇 가지 대체 실시예들에서는 블록들 또는 단계들에서 언급된 기능들이 순서를 벗어나서 발생하는 것도 가능함을 주목해야 한다. 예컨대, 잇달아 도시되어 있는 두 개의 블록들 또는 단계들은 사실 실질적으로 동시에 수행되는 것도 가능하고 또는 그 블록들 또는 단계들이 때때로 해당하는 기능에 따라 역순으로 수행되는 것도 가능하다.
- [0020] 이하에서는 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 대해서 설명

하기로 한다.

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법을 수행하기 위한 장치의 구성도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법의 순서도이다.
- [0022] 상기 장치(100)는 데이터 필터링부(110), 데이터 변환부(120), 기계학습부(130) 및 고장진단부(140)를 포함하며, 상기 데이터 필터링부(110)는 경우에 따라 선택적으로 포함할 수 있다.
- [0023] 우선, 데이터변환부(120)는 고장 진단 대상인 기계 시스템의 사운드 데이터를 PCA(Principal Component Analysis) 기법을 이용하여 처리한다(S100).
- [0024] PCA 기법은 상관 관계가 있는 데이터 집합을 선형적으로 상관관계가 없는 값으로 변환하기 위해 직교 변환을 사용하는 통계 기법으로, 이러한 값을 주성분이라 한다. 주성분의 수는 관측치의 원래의 수보다 작거나 같다.
- [0025] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법을 설명하기 위한 설명도이다. 상기 도 3에 도시된 바와 같이, 모든 원본 데이터가 주성분에 투영된 후 X로 표시된 데이터는 상호 관련도가 높고, 동일한 방식으로 원 데이터와 정사각형 데이터는 상관관계가 없다. 데이터변환부(120)는 PCA기법을 이용하여 상기 사운드 데이터를 상관 관계가 높은 데이터와 상관 관계가 없는 데이터를 분리하는 처리를 수행한다.
- [0026] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법에 따른 비정상 데이터의 예시도이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 주성분기법에 따른 정상 데이터의 예시도이다.
- [0027] 상기 도 4 및 5에 도시된 바와 같이, 정상 데이터는 주성분 공간에서 원점을 중심으로 분포하는 반면에, 비정상 데이터는 변이가 심하게 나타나는 것을 확인할 수 있다.
- [0028] 그리고 나서, 기계학습부(130)는 상기 처리된 데이터를 입력값으로 하여 데이터를 분류한다(S200). 상기 기계학습부(130)는 상기 처리된 데이터를 인공신경망의 입력값으로 이용하여 데이터를 분류할 수 있다. 인공신경망(ANN: Artificial Neural Network)는 임의의 비선형 함수를 나타내는 능력을 가지고 있으며, 비선형 데이터 집합을 분리할 수 있다. 상기 기계학습부(130)는 출력값으로 정상 데이터와 비정상 데이터 중 하나로 분류해서 처리한다.
- [0029] 상기 기계학습부(130)는 상기 처리된 데이터를 이용하여 학습하고, 학습된 정보를 기초로 이후에 입력되는 입력값을 기초로 정상 데이터와 비정상 데이터를 분류한다.
- [0030] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법에 있어서, 기계학습부의 데이터 분류 결과를 도시한 도면이다.
- [0031] 상기 도 6에 도시된 바와 같이, 정상 데이터 셋트에 대해서는 정상이라고 100% 분류하는 반면에 비정상 데이터 셋트에 대해서는 4개를 정상 데이터로 분류한 결과를 나타낸 것으로 분류기의 전체 정확도는 98.75%이다.
- [0032] 고장진단부(140)는 상기 분류된 데이터를 기초로 고장을 진단한다(S300). 고장진단부(140)는 상기 기계학습부(130)에서 분류된 데이터를 기초로 기계의 고장 여부를 진단한다.
- [0033] 한편, 상기 데이터 변환부가 상기 사운드 데이터를 처리하기 전에, 데이터필터링부(100)가 상기 사운드 데이터에 대해 저역통과필터처리를 수행할 수 있다.
- [0034] 상기 사운드 데이터의 높은 주파수는 잡음과 관련이 있기 때문에, 상기 데이터필터링부(100)는 상기 사운드 데이터에서의 고주파수를 제거하는 저역통과필터처리를 수행할 수 있다. 이때, 상기 데이터필터링부(100)는 저역통과필터처리를 위해 상기 사운드 데이터에 대해 DWT(Daubechies Wavelet Transform)을 수행할 수 있다.
- [0035] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 사운드 기반 기계고장 진단방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있으며, 또한 방송파(예를 들어 인터넷을 통한 전송)의 형태로 구현하는 것을 포함한다. 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 판독 가능한 코드가 저장되어 실행되는 것도 가능하다.
- [0036] 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 하여 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해

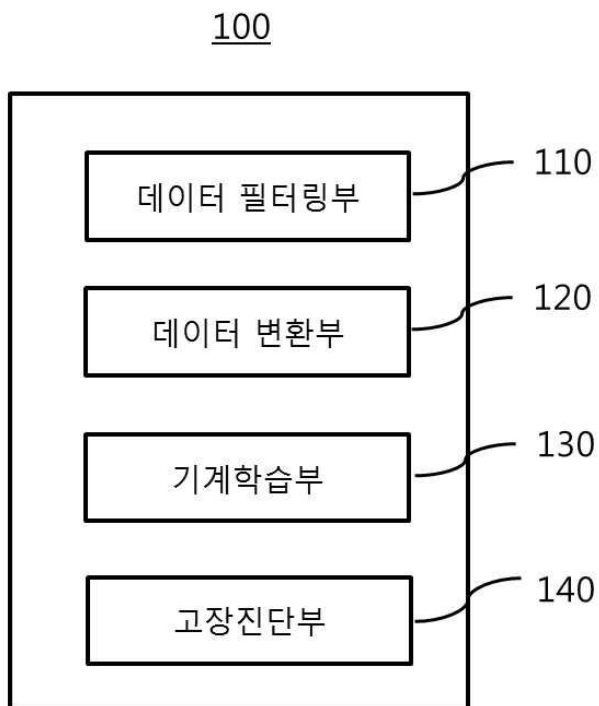
분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 실시예의 변형이 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

### 부호의 설명

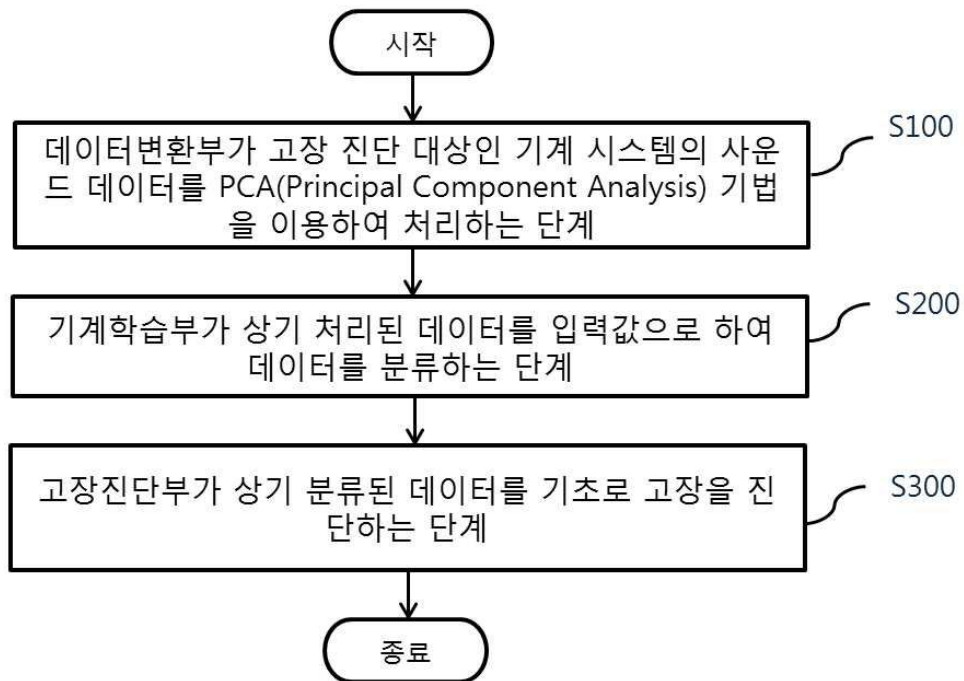
100: 장치 110: 데이터 필터링부  
120: 데이터 변환부 130: 기계학습부  
140: 고장진단부

### 도면

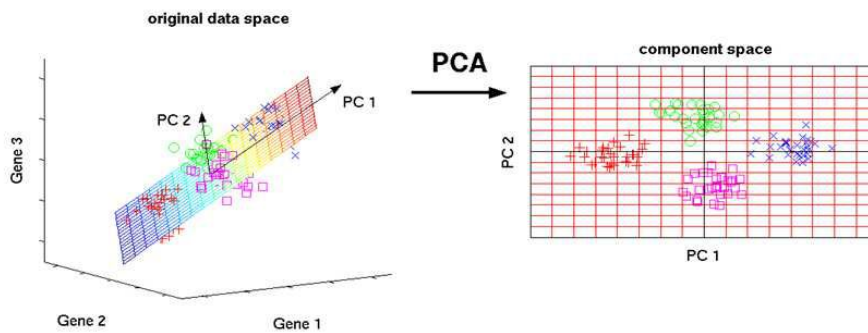
#### 도면1



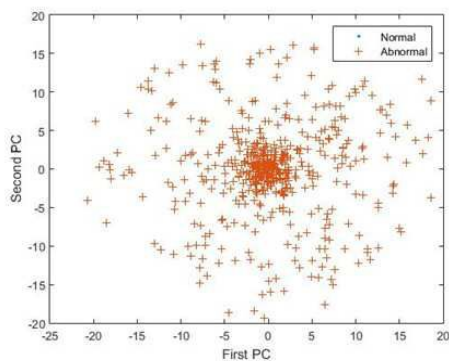
도면2



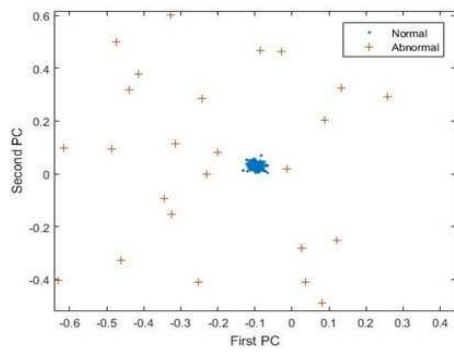
도면3



도면4



도면5



도면6

|              |          |              |          |
|--------------|----------|--------------|----------|
| Output Class | Normal   | 148          | 4        |
|              | Abnormal | 0            | 160      |
|              |          | 100%         | 97.5%    |
|              |          | Normal       | Abnormal |
|              |          | Target Class |          |

Total Accuracy  
98.75%