

◆ 22-9평 14~17번

[14~17] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

‘메타버스(metaverse)’는 ‘초월’이라는 의미의 ‘메타(meta)’와 ‘세계’를 뜻하는 ‘유니버스(universe)’의 합성어로, 현실 세계와 가상 공간이 적극적으로 상호 작용하는 공간을 의미한다. 감각 전달 장치는 메타버스 속에서 사용자를 대신하는 아바타가 보고 만지는 것으로 설정된 감각을 사용자에게 전달하는 장치이다. 사용자는 이를 통하여 가상 공간을 현실감 있게 체험하면서 메타버스에 몰입하게 된다.

시각을 전달하는 장치인 HMD*는 사용자의 양쪽 눈에 가상 공간을 표현하는, 시차*가 있는 영상을 전달한다. 전달된 영상을 뇌에서 조합하는 과정에서 사용자는 공간과 물체의 입체감을 느낄 수 있다. 가상 공간에서 물체를 접촉하는 것처럼 사용자의 손에 감각 반응을 직접 전달하는 장치로는 가상 현실 장갑이 있다. 가상 현실 장갑은 가상 공간에서 아바타가 만지는 가상 물체의 크기, 형태, 온도 등을 사용자가 느낄 수 있도록 설계되어 있다. 이 외에도 가상 현실 장갑은 사용자의 손가락 및 팔의 움직임에 따라 아바타를 움직이게 할 수 있다.

한편 사용자의 움직임을 아바타에게 전달하는 공간 이동 장치를 이용하면, 사용자는 몰입도 높은 메타버스 체험을 할 수 있다. 공간 이동 장치인 가상 현실 트레드밀은 일정한 공간에 설치되어 360도 방향으로 사용자의 이동이 가능하도록 바닥의 움직임을 지원한다.

[A] 가상 현실 트레드밀과 함께 사용되는 모션 트래킹 시스템은 사용자의 동작에 따라 아바타가 동일하게 움직일 수 있도록 동기화하는 시스템으로, 동작 추적 센서, 관성 측정 센서, 압력 센서 등으로 구성된다. 동작 추적 센서는 사용자의 동작을 파악하며, 관성 측정 센서는 사용자의 이동 속도 변화율 및 회전 속도를 측정한다. 압력 센서는 서로 다른 물체 간에 작용하는 압력을 측정한다. 만약 바닥에 압력 센서가 부착된 신발을 사용자가 신고 뛰면, 압력 센서는 지면과 발바닥 사이의 압력을 감지하여 사용자가 뛰는 힘을 파악할 수 있다. 모션 트래킹 시스템이 사용자의 동작 정보를 컴퓨터에 전달하면, 컴퓨터는 사용자가 움직이는 방향과 속도에 ㉠ 맞춰 트레드밀의 바닥을 제어한다. 이와 같이 사용자의 이동 동작에 따라 트레드밀의 움직임이 변경되기도 하지만, 아바타가 존재하는 가상 공간의 환경 변화에 따라 트레드밀 바닥의 진행 속도 및 방향, 기울기 등이 변경되기도 한다. 또한 사용자의 움직임이나 트레드밀의 작동 변화에 따라 HMD에 표시되는 가상 공간의 장면이 변경되어 사용자는 더욱 현실감 높은 체험을 할 수 있다.

*HMD: 머리에 쓰는 3D 디스플레이의 한 종류.

*시차: 한 물체를 서로 다른 두 지점에서 보았을 때 방향의 차이.

14. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

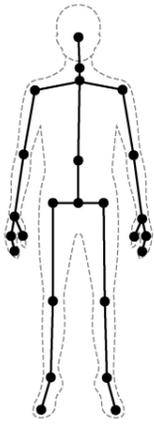
- ① 감각 전달 장치와 공간 이동 장치는 사용자가 메타버스에 몰입할 수 있게 한다.
- ② 공간 이동 장치는 현실 세계 사용자의 움직임을 메타버스의 아바타에게 전달한다.
- ③ HMD는 사용자가 시각을 통해 메타버스의 공간과 물체의 입체감을 느끼도록 한다.
- ④ 감각 전달 장치는 아바타가 느끼는 것으로 설정된 감각을 사용자에게 전달하는 장치이다.
- ⑤ 가상 현실 장갑을 착용하면 사용자와 아바타는 상호 간에 감각 반응을 주고받을 수 있다.

15. [A]에 대한 이해로 적절한 것은?

- ① 관성 측정 센서는 사용자의 이동 속도와 뛰는 힘을 측정할 수 있다.
- ② HMD에 표시되는 가상 공간 장면의 변경에 따라 HMD는 가상 현실 트레드밀을 제어한다.
- ③ 가상 공간에서 아바타가 경사로를 만나면 가상 현실 트레드밀 바닥의 기울기가 변경될 수 있다.
- ④ 모션 트래킹 시스템은 아바타의 동작에 따라 사용자가 동일하게 움직일 수 있도록 동기화한다.
- ⑤ 아바타가 이동 방향을 바꾸면 가상 현실 트레드밀 바닥의 진행 방향이 변경되어 사용자의 이동 방향이 바뀌게 된다.

16. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>



동작 추적 센서의 하나인 키넥트 센서는 적외선 카메라와 RGB 카메라 등으로 구성된다. 적외선 카메라는 광원에서 발산된 적외선이 피사체의 표면에서 반사되어 수신되기까지 걸리는 시간을 측정하여, 피사체의 입체 정보를 포함하는 저해상도 단색 이미지를 제공한다. 반면 RGB 카메라는 피사체의 고해상도 컬러 이미지를 제공한다. 키넥트 센서는 저해상도 입체 이미지를 고해상도 컬러 이미지에 투영하여 사용자가 검출되는 경우, <그림>과 같이 신체 부위에 대응되는 25개의 연결점을 선으로 이은 3D 골격 이미지를 제공한다.

<그림>

- ① 키넥트 센서는 가상 공간에 있는 물체들 간의 거리를 측정하여 입체감을 구현할 수 있다.
- ② 키넥트 센서가 확보한, 사용자의 춤추는 동작 정보를 바탕으로 아바타의 춤추는 동작이 구현될 수 있다.
- ③ 키넥트 센서와 관성 측정 센서를 이용하여 사용자의 걷는 자세 및 이동 속도 변화율을 파악할 수 있다.
- ④ 연결점의 수와 위치의 제약 때문에 사용자의 골격 이미지로는 사용자의 얼굴 표정 변화를 아바타에게 전달할 수 없다.
- ⑤ 적외선 카메라의 입체 이미지와 RGB 카메라의 컬러 이미지 정보로부터 생성된 골격 이미지가 사용자의 동작 정보를 파악하는 데 사용된다.

17. 문맥상 의미가 ㉠와 가장 가까운 것은?

- ① 그 연주자는 피아노를 언니의 노래에 정확히 맞추어 쳤다.
- ② 아내는 집 안에 있는 물건들의 색깔을 조화롭게 맞추었다.
- ③ 우리는 다음 주까지 손발을 맞추어 작업을 마치기로 했다.
- ④ 그 동아리는 신입 회원을 한 명 더 뽑아 인원을 맞추었다.
- ⑤ 동생은 중간고사를 보고 나서 친구와 답을 맞추어 보았다.

◆ 08년 3월 고3 26~28번

【26-28】 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

현금지급기, 휴대 전화, 게임기 등을 보면 손가락으로 스크린 위에 나타나는 메뉴를 누르도록 되어 있는 것이 많다. 이들 기기들은 손가락으로 스크린 위의 특정 부위를 누르기만 하면 그에 해당하는 작업이 이루어진다. 이처럼 별도의 입력 장치를 두지 않고 스크린 위를 눌러 기기를 편리하게 사용할 수 있도록 해 주는 것을 터치스크린이라고 한다. 터치스크린의 핵심 기술은 스크린의 특정 부위에 손가락이나 펜 등을 댔을 때, 이 사실을 감지하게 하는 데 있다. 이를 구현하기 위한 대표적인 방식으로 접촉식 방식과 저항막 방식이 사용되고 있다.

접촉식 방식은 사람 몸이 전류를 흡수할 수 있는 특징을 이용한다. 유리의 양면에 얇고 투명한 특수 전도성 금속을 코팅하고 그 부위에 일정량의 전류가 흐르도록 한다. 그래서 사용자가 코팅된 유리 표면을 접촉하면 전류의 일부가 사용자의 체내에 흡수된다. 그러면 접촉된 부분의 전류량이 변화가 생기고, 이를 통해 터치스크린은 접촉 위치를 분석해 필요한 명령을 수행한다. 접촉식 방식의 터치스크린은 정전기와 같은 미세한 전류량의 변화도 감지하기 때문에 살짝만 접촉해도 반응을 하는데, 장갑을 끼고 접촉하면 사람의 몸이 전류를 흡수할 수 없어 반응하지 않는다.

저항막 방식의 터치스크린은 유리판 위에 저항막을 입히고 그 위에 덮어씌운 특수 필름 안쪽에도 저항막을 입힌 형태이다. 유리판과 특수 필름 사이에는 절연봉이 있어 유리판과 특수 필름은 일정한 간격을 유지하고 있다. 저항막에는 전류가 흐르고 있어 손가락이나 펜으로 스크린에 접촉하면 특수 필름의 저항막이 유리판 위의 저항막에 닿으면서 전압이 변하게 되고 이를 통해 접촉 위치를 감지한다. 저항막 방식은 손에 장갑을 낀 상태로도 작동하도록 할 수 있다. 또한 정전기와 같은 외적 요인의 영향을 접촉식보다 덜 받아 불필요하게 반응하는 경우가 적기 때문에 공장자동화 장비나 의료 장비 등에 많이 쓰인다.

기존의 터치스크린은 동시에 여러 정보를 입력하기가 어려웠고 점 이외의 정보를 인식하지 못했으나, 최근에 출시된 터치스크린은 다중 입력이 가능하고 선이나 면 등도 인식할 수 있다. 하지만 아직까지는 사용자가 구현하고자 하는 선과 면을 정교하게 처리하지 못하는 한계가 있다. 그리고 입력 속도 면에서 키보드나 마우스의 성능을 넘어서지 못하고, 가격이 비싸 소비자에게 적지 않은 부담을 안겨 주고 있다.

터치스크린이 기술적으로 해결해야 할 과제를 안고 있음에도 불구하고 전문가들은 터치스크린의 앞날을 매우 긍정적으로 보고 있다. 그 근거로 기술의 발전에 따라 여러 단점이 보완될 수 있다는 사실 외에도 차세대 영상 장치인 '전자종이'에 터치스크린이 기본적으로 내장될 것이라는 사실을 들고 있다. 구부리거나 돌돌 말아서 들고 다닐 수 있는 전자종이에 터치스크린 기술이 적용되면, 전자종이는 보다 편리한 사용자 환경을 제공하게 될 것이다. 이러한 활용 가능성은 터치스크린이 현재보다 미래에서 더욱 각광받게 될 것이라는 사실을 보여 준다.

26. 위 글의 전개 과정을 정리한 내용으로 가장 적절한 것은? [1점]

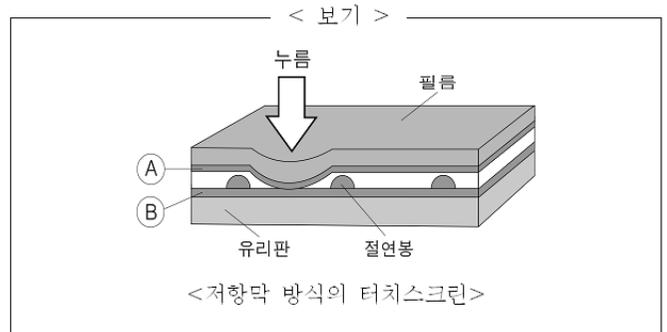
- ① 현황 소개 → 한계 언급 → 원인 분석 → 해결 방안 제시
- ② 화제 제시 → 현황 소개 → 원리 및 특성 설명 → 향후 전망
- ③ 화제 제시 → 원리 및 특성 설명 → 한계 언급 → 향후 전망

- ④ 화제 제시 → 장·단점 설명 → 해결 방안 제시 → 향후 전망
- ⑤ 현황 소개 → 원리 및 특성 설명 → 한계 언급 → 해결 방안 제시

27. 위 글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 터치스크린 기술의 핵심은 누르는 강도의 차이를 인식하는 데 있다.
- ② 접촉식 방식은 사람 몸이 전류를 흡수할 수 있는 특징을 이용한다.
- ③ 터치스크린은 전자종이의 사용자 환경을 편리하게 만들 수 있다.
- ④ 접촉식 방식의 터치스크린은 유리 양면에 전도성 금속이 코팅되어 있다.
- ⑤ 저항막 방식은 접촉식 방식에 비해 정전기 등의 외적 요인의 영향을 덜 받는다.

28. 위 글을 읽고 <보기>에서 '저항막'을 ㉠, ㉡와 같이 설치한 이유를 파악해 보았을 때, 가장 적절한 것은?



- ① 전기가 통하지 않는 물체로도 정보의 입력을 가능하게 하기 위해서일 거야.
- ② 어떻게 접촉을 하든지 간에 반응이 빠르게 나타나도록 하기 위해서일 거야.
- ③ 휴대가 간편해지도록 터치스크린의 크기를 작게 만들기 위해서일 거야.
- ④ 전류가 흐르는 상태가 안정적으로 유지될 수 있도록 하기 위해서일 거야.
- ⑤ 절연봉을 이용해 화면에 선이 정교하게 그려질 수 있도록 하기 위해서일 거야.

◆ 11년 3월 고3 37~39번

[37 ~ 39] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

최근에는 언제 어디서나 자연스럽게 휴대할 수 있는 다양한 형태의 컴퓨터 사용자 인터페이스*가 개발되고 있다. 이것의 일종인 ‘스킨풋(skinput)’은 말 그대로 우리 몸의 피부를 터치 스크린처럼 이용해 컴퓨터에 정보를 입력하는 방법이다. 스킨풋의 장치는 손바닥이나 팔뚝에 메뉴 화면이 나타나도록 해 주는 투영기, 사용자가 피부를 손가락으로 건드릴 때 발생하는 ㉠ 진동을 감지할 수 있는 진동 센서, 그리고 검출된 진동을 컴퓨터로 전송하는 연결 장치로 구성된다. 투영기에 의해 화면이 팔뚝이나 손바닥에 비칠 때 해당 피부 영역을 건드리면 이때 피부의 진동이 발생한다. 스킨풋은 이 진동으로 사용자가 건드린 피부의 위치를 감지하여 해당 정보를 받아들인다.

이러한 기술이 가능한 것은 손가락으로 피부를 누를 때 위치에 따라 진동의 전달 특성이 달라지기 때문이다. 팔뚝의 일정한 위치에 진동 센서를 부착하고 스킨풋을 시행할 때 각 피부의 위치에 따라 센서에 검출되는 진동의 크기와 모양, 그리고 주파수의 성질들은 서로 달라진다. 그것은 각 지점마다 근육과 뼈 같은 신체 구성 성분의 위치와 모양이 서로 다르고 센서와 손가락으로 누른 지점까지의 거리가 각기 다르기 때문이다.

피부를 손가락으로 누르면 몇 가지 다른 형태의 진동 에너지가 발생하는데, 그중 일부는 소리가 되어 공기 중으로 퍼져 나간다. 남은 진동은 마치 파도처럼 피부 표면을 타고 전파되는 횡파와 몸속으로 전파되어 뼈를 진동시키고 다시 피부로 돌아오는 종파로 나뉜다. 이 종파와 횡파에서 만들어내는 진동의 주파수들이 위치 검출의 중요한 단서가 된다.

횡파는 진동을 발생시킬 때 손가락이 누르는 힘의 세기와 누르는 피부 부위의 강도, 그리고 조직의 연성에 따라 진폭이 달라진다. 누르는 세기가 같을 때는 누르는 속도가 빠르면 상대적으로 높은 주파수의 진동이 많이 발생한다. 주파수가 높은 진동은 상대적으로 더 빨리 전달되며 전달의 정확도도 그만큼 높다. 또한 횡파는 접촉하는 부위의 살이 두꺼울수록, 피부가 부드러울수록 전파되는 진동의 진폭이 커져서 멀리 전달된다. 횡파는 종파보다 진폭이 큰 진동을 만드는 경향이 있다. 피부 표면에서 큰 진폭으로 출렁거리며 진행하는 횡파와 달리 종파는 피부 조직과 그 아래 몸속의 연조직을 지나 뼈에까지 다다르게 된다. 이 종파는 뼈를 진동시키게 되고 이 진동은 다시 피부로 되돌아온다. 종파는 횡파에 비해 변형이 작고 고체에서 일어나는 물리적인 법칙을 잘 따른다. 종파는 횡파보다 상대적으로 높은 주파수를 발생시킨다. 이러한 주파수를 진동 센서가 감지하고 연결 장치가 이를 디지털 신호로 바꾸어 컴퓨터에 전달하게 되는 것이다.

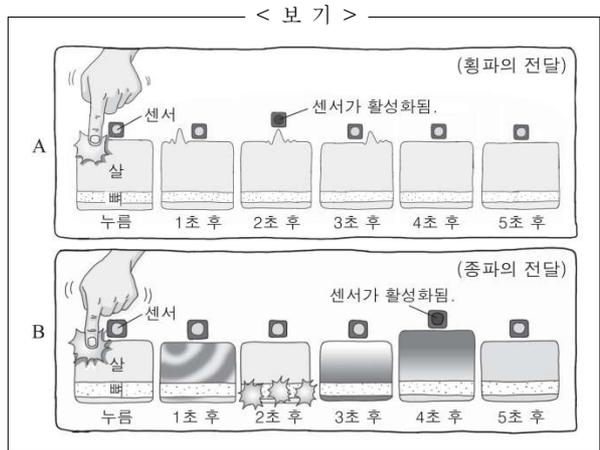
스킨풋은 아직까지는 초기 개발 단계로 간단한 사용자 인터페이스만 가능하다. 사람마다, 또한 같은 사람이라도 부위에 따라 차이는 있지만 팔꿈치와 손가락 사이에서는 평균 95% 정도의 정확도로 입력하려는 정보를 구분할 수 있다. 이 수준은 현재의 키보드를 대신할 정도의 수준은 아니다. 하지만 이 기술이 주목받는 이유는 신체의 일부를 이용하는 사용자 인터페이스가 가능해지면 모니터나 키보드가 필요 없는 컴퓨터가 만들어질 수 있기 때문이다.

* 인터페이스 : 사용자인 인간과 컴퓨터를 연결하여 주는 장치.

37. ‘스킨풋’에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 컴퓨터의 입력 장치를 대신할 수 있다.
- ② 사람의 신체에 장치를 부착해야 사용할 수 있다.
- ③ 사용되는 장치는 투영기, 진동 센서, 컴퓨터 연결 장치로 구성된다.
- ④ 사용자의 근육량, 뼈의 굵기 등에 따라 정확도가 달라질 수 있다.
- ⑤ 손가락으로 눌렀을 때 생긴 진동 에너지의 양과 센서에 검출된 진동 에너지의 양은 동일하다.

38. <보기>는 ‘스킨풋’에서 같은 세기로 눌렀을 때 횡파와 종파가 측정된 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?



- ① B는 A보다 진동의 진폭이 더 크다.
- ② B는 A보다 진동의 주파수가 더 높다.
- ③ A는 빠르게 누를수록 더 잘 전달된다.
- ④ A는 피부가 부드러울수록 더 잘 전달된다.
- ⑤ A는 누르는 부위의 살이 두꺼울수록 더 잘 전달된다.

39. ㉠에 대응하는 것을 <보기>의 a ~ c에서 고르세요?

<보기>

현재 사용 중인 터치스크린은 ㉠ 전기신호를 사용해 정보를 전달하는 방식이다. 터치스크린에는 ㉡ 손가락의 누름을 감지할 수 있는 ㉢ 기판이 있다. 그리고 전기신호를 전달해 주는 ㉣ 트랜지스터가 격자 모양으로 배열되어 있는 ㉤ 위치 검출판, 그 위를 덮고 있는 중간층과 보호막으로 구성되어 있다. 이렇게 만들어진 터치판은 화면에 덧씌워져 화면에 표시되는 내용과 연동되게끔 구성된다.

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e

◆ 12년 10월 고3 48~50번

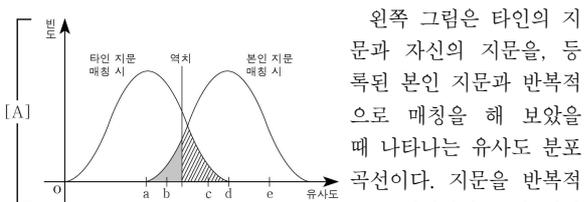
[48~50] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

‘지문 인식’이란 이용자가 지문 인식 센서를 이용해 지문을 입력하면, 그것을 시스템에 등록되어 있는 지문 영상과 비교하여 본인 여부를 확인하는 기술이다. 이용자가 본인임을 인증받기 위해서는 먼저 자신의 지문을 시스템에 등록해야 한다. ‘지문 등록’을 위해 이용자가 지문을 센서에 대면 지문의 특징이 추출되어 영상으로 저장된다. 이 영상은 본인 여부를 판정하는 기준이 된다.

등록된 영상으로 본인 여부를 판정하는 과정을 ‘정합 판정’ 과정이라 한다. 정합 판정 과정에서는 이용자가 지문을 센서에 대면 지문의 특징이 추출되어 영상이 만들어지고, 이 영상과 시스템에 등록되어 있는 영상의 비교가 이루어진다. 그 결과 두 영상의 유사도가 기준치 이상이면 이용자의 지문을 등록되어 있는 지문과 동일한 것으로 판정한다.

‘지문 등록’과 ‘정합 판정’에서 지문의 특징을 추출해 내는 방식은 지문의 특징을 무엇으로 잡느냐에 따라 ㉠미뉴샤 방식과 ㉡미뉴샤 릴레이션 방식으로 크게 나뉜다. 미뉴샤 방식은 지문선이 끊어지는 지점인 단점, 지문선이 갈라지는 지점인 분기점 등의 위치를 특징으로 추출하는 방식이다. 미뉴샤 릴레이션 방식은 단점이나 분기점의 위치뿐 아니라 그 사이에 몇 개의 지문선이 지나가는가 하는 정보까지 특징으로 추출하는 방식이다.

정합 판정 과정에서 본인 인증의 기준이 되는 유사도 값을 역치라고 한다. 역치를 설정하여 일정 정도 이상의 유사도를 보이면 본인으로 인증하는 이유는, 아무리 본인의 지문이라 해도 지문 입력 장치의 상태나 지문 입력 시 손가락을 놓는 방식의 차이 등으로 인해 등록된 자신의 지문과 완전히 일치하지 않을 수도 있기 때문이다.



왼쪽 그림은 타인의 지문과 자신의 지문을, 등록된 본인 지문과 반복적으로 매칭을 해 보았을 때 나타나는 유사도 분포 곡선이다. 지문을 반복적으로 매칭하다 보면 매번 유사도가 같게 나오지는 않기 때문에 곡선의 가운데에는 빈도가 높고 좌우는 빈도가 낮은 정규 분포 곡선을 보이게 된다.

그림을 보면 두 곡선의 중첩 구간이 있는데, 이 구간은 타인의 지문을 자신의 지문으로 인식하거나 자신의 지문을 타인의 지문으로 인식하는 오류 구간이다. 그림과 같이 중첩 지역의 어느 한 지점에 역치를 설정했을 때 역치 이하의 회색 부분은 자신의 지문을 본인의 것으로 인식하지 못하는 ‘본인 거부율’에 해당하고, 역치 이상의 빛금 부분은 타인의 지문을 자신의 것으로 인식하는 ‘타인 수용률’에 해당한다.

오류율은 역치를 어떻게 설정하느냐에 따라 조절될 수 있다. 가령 본인 거부율을 줄이기 위해 역치를 낮게 설정하면 타인 수용률이 높아지게 되고, 타인 수용률을 줄이기 위해 역치를 높게 설정하면 본인 거부율이 높아지게 된다. 따라서 고도의 보안이 필요한 침입자 차단 장치나 용의자의 지문을 통해 범인을 가려내는 범인 식별 장치 등에서는 본인 인증을 엄밀하게 수행하기 위해 역치를 높게 설정하여 타인 수용률을 줄이는 방법을 택하게 된다.

48. 위 글에서 다루고 있지 않은 내용은? [1점]

- ① 지문 인식의 개념
- ② 역치를 설정하는 이유
- ③ 지문 인식 센서의 구조
- ④ 이용자 지문의 특징 추출 방식
- ⑤ 지문 인식을 통한 본인 인증 과정

49. ㉠, ㉡과 관련하여 위 글과 <보기>의 내용을 잘못 이해한 것은?

< 보 기 >

○ (가)와 (나)는 특징을 추출하기 이전 상태의 지문 모형도이다.
○ (가)와 (나)의 지문에서 단점과 분기점은 유사한 위치에 있다.

- ① ㉠에서는 (가)와 (나)에서 ■와 ●의 위치가 특징으로 추출되었군.
- ② ㉡에서는 (가)와 (나)에서 ■와 ●의 위치와 지문선의 수가 특징으로 추출되었군.
- ③ 지문 등록과 정합 판정을 할 때, ㉠이나 ㉡으로 (가)와 (나)에서 지문의 특징을 추출하는 과정을 거치겠군.
- ④ (가)와 (나)의 유사도를 판정할 때 ㉡보다 ㉠을 사용하는 것이 더 믿을 만하겠군.
- ⑤ ㉠과 ㉡으로 추출된 영상 모두 역치를 어떻게 설정하느냐에 따라 (가)와 (나)를 동일 지문으로 판정하느냐의 여부가 달라질 수 있겠군.

50. <보기>의 빈 칸에 들어갈 것으로 차례대로 바르게 짝지은 것은?

< 보 기 >

출입문에 지문 인식 장치를 설치한다고 하자. 위 글의 그림 [A]에서 역치를 ()로 잡으면 본인은 항상 출입할 수 있겠지만, 타인이 출입할 확률도 높아질 것이다. 역치를 ()로 잡으면 타인의 출입은 완전히 막을 수 있겠지만 본인의 출입이 제한될 확률도 높아질 것이다.

- ① a-b ② a-d ③ b-d ④ b-e ⑤ c-e

[16~18] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

지문(指紋)은 손가락의 진피로부터 땀샘이 표피로 융기되어 일정한 흐름 모양으로 만들어진 것으로 솟아오른 부분을 융선, 파인 부분을 골이라고 한다. 지문은 진피 부분이 손상되지 않는 한 평생 변하지 않는다. 이 때문에 홍채, 정맥, 목소리 등과 함께 지문은 신원을 확인하기 위한 중요한 생체 정보로 널리 사용되고 있다.

지문 인식 시스템은 등록된 지문과 조회하는 지문이 동일한지 판단함으로써 신원을 확인하는 생체 인식 시스템이다. 지문을 등록하거나 조회하기 위해서는 지문 입력 장치를 통해 지문의 융선과 골이 잘 드러나 있는 지문 영상을 얻어야 한다. 지문 입력 장치는 손가락과의 접촉을 통해 정보를 얻는데, 이때 지문의 융선은 접촉면과 닿게 되고 골은 닿지 않는다. 따라서 지문 입력 장치의 융선과 골에 대응하는 빛의 세기, 전하량, 온도와 같은 물리량에 차이가 발생한다.

㉠ 광학식 지문 입력 장치는 조명 장치, 프리즘, 이미지 센서로 구성되어 있다. 프리즘의 반사면에 손가락을 고정시키면 융선 부분에 묻어 있는 습기나 기름이 반사면에 얇은 막을 형성한다. 조명에서 나와 얇은 막에 입사된 빛은 굴절되거나 산란되어 약해진 상태로 이미지 센서에 도달한다. 골 부분은 반사면에 닿아 있지 않으므로 빛이 굴절, 산란되지 않고 반사되어 센서에 도달한다. 이미지 센서는 빛의 세기를 디지털 신호로 변환하여 지문 영상을 만든다. 이 장치는 지문이 있는 부위에 땀이나 기름기가 적은 건성 지문인 경우에는 온전한 지문 영상을 획득하기 어렵다.

㉡ 정전형 센서식 지문 입력 장치는 미세한 정전형 센서들을 촘촘하게 배치한 판을 사용한다. 이 판에는 전기가 흐르고 각 센서마다 전하가 일정하게 충전되어 있다. 판에 손가락이 닿으면 전하가 방전되어 센서의 전하량이 줄어든다. 이때 융선이 접촉된 센서와 그렇지 않은 센서는 전하량에 차이가 생기는데, 각 센서의 전하량을 변환해 지문 영상을 얻는다.

㉢ 초전형 센서식 지문 입력 장치는 인체의 온도 변화를 감지하는 여러 개의 작은 초전형 센서를 손가락의 폭에 해당하는 길이만큼 일렬로 배치해서 사용한다. 이 센서는 온도가 변할 때에만 신호가 발생하는 특성이 있다. 센서가 늘어선 방향과 직각 방향으로 손가락을 접촉시킨 채 이동시키면, 접촉면과 지문의 융선 사이에 마찰열이 발생하여 융선과 골에 따라 센서의 온도가 달라진다. 이때 발생하는 미세한 온도 변화를 센서가 감지하고 이에 해당하는 신호를 변환하여 연속적으로 저장해 지문 영상을 얻는다. 이 장치는 다른 지문 입력 장치보다 소형화할 수 있어 스마트폰과 같은 작은 기기에 장착할 수 있다.

㉣ 일반적으로 생체 인식 시스템에서는 ‘생체 정보 수집’, ‘전처리’, ‘특징 데이터 추출’, ‘정합’의 과정을 거치는데 지문 인식 시스템도 이를 따른다. 생체 정보 수집 단계는 지문 입력 장치를 사용하여 지문 영상을 얻는 과정에 해당한다. 전처리 단계에서는 지문 형태와 무관한 영상 정보를 제거하고 지문 형태의 특징이 부각되도록 지문 영상을 보정한다. 특징 데이터 추출 단계에서는 전처리 단계에서 보정된 영상으로부터 각 지문

이 가진 고유한 특징 데이터를 추출한다. 특징 데이터로는 융선의 분포 유형, 융선의 위치와 연결 상태 등이 사용된다. 정합 단계에서는 사전에 등록되어 있는 특징 데이터와 지문 조회를 위해 추출된 특징 데이터를 비교하여 유사도를 계산한다. 이 값이 기준치보다 크면 동일한 사람의 지문으로 판정한다.

16. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 광학식 지문 입력 장치에는 프리즘이 필요하다.
- ② 정맥은 지문과 달리 신원 확인을 위한 생체 정보로 활용할 수 없다.
- ③ 정전형 센서식 지문 입력 장치가 초전형 센서식 지문 입력 장치보다 소형화에 더 유리하다.
- ④ 광학식 지문 입력 장치에서 반사면에 융선 모양의 얇은 막이 형성되지 않아야 온전한 지문 영상을 얻을 수 있다.
- ⑤ 초전형 센서식 지문 입력 장치에서 양호한 지문을 얻기 위해서는 손가락을 센서에 접촉시킨 후 움직이지 않아야 한다.

17. ㉠~㉣을 사용해 정상적인 '지문 영상'을 얻었다고 할 때, 각 센서에 감지되는 물리량에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠에서는, 융선의 위치에서 반사되어 센서에 도달한 빛의 세기가 골의 위치에서 반사되어 센서에 도달한 빛의 세기보다 강하겠군.
- ② ㉡에서는, 융선에 대응하는 센서의 전하량이 골에 대응하는 센서의 전하량과 같겠군.
- ③ ㉢에서는, 융선에 대응하는 센서의 전하량이 골에 대응하는 센서의 전하량보다 적겠군.
- ④ ㉣에서는, 융선에 대응하는 센서의 온도가 골에 대응하는 센서의 온도와 같겠군.
- ⑤ ㉤에서는, 융선에 대응하는 센서의 온도가 골에 대응하는 센서의 온도보다 낮겠군.

18. ㉠에 따라 <보기>의 정보를 활용한 홍채 인식 시스템을 설계한다고 할 때, 단계별 고려 사항으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

홍채는 각막과 수정체 사이에 있는 근육 막으로, 빛을 통과 시키는 구멍인 동공을 둘러싸고 있다. 홍채 근육은 빛의 양을 조절하기 위해 수축하거나 이완하여 동공의 크기를 조절한다. 홍채에는 불규칙한 무늬가 있는데, 두 사람의 홍채 무늬가 같을 확률은 대략 20억분의 1 정도로 알려져 있다.

- ① [생체 정보 수집] 홍채의 바깥에 각막이 있으므로 홍채 정보를 수집할 때에는 지문 입력 장치와 달리, 홍채 입력 장치와 홍채가 직접 닿지 않게 하는 방식을 고려해야겠군.
- ② [전처리] 생체 정보 수집 단계에서 얻은 영상에서 홍채의 불규칙한 무늬가 나타난 부분만을 분리하는 과정이 필요하겠군.
- ③ [전처리] 홍채의 불규칙한 무늬가 선명하게 드러날 수 있도록 생체 정보 수집 단계에서 얻은 영상을 보정해야겠군.
- ④ [특징 데이터 추출] 홍채 근육에 의해 동공의 크기가 달라진다는 점을 고려하여 홍채에서 동공이 차지하는 비율을 특징 데이터로 추출해야 하겠군.
- ⑤ [정합] 등록된 홍채의 특징 데이터와 조회하려는 홍채의 특징 데이터 사이의 유사도를 판정하는 단계이므로 유사도의 기준치가 정해져 있어야 하겠군.

◆ 08-6평 27~29번

[27~29] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

1895년 엑스선이 발견되기 전까지는 칼을 대지 않고 인체 내부를 들여다볼 수 있을 것이라는 생각은 누구도 하지 못했다. 엑스선 촬영 장치를 개량하여 인체의 단면까지 볼 수 있게 만든 컴퓨터 단층 촬영 장치(CT)는 이 방면에서 한 걸음 더 나아갔지만 구입비와 운영비가 엄청나게 비싸고 인체에 해로운 엑스선을 여전히 사용한다. 이러한 결점을 보완하여 저렴하고 안전하게 인체의 민감한 부분이나 태아까지 검진할 수 있는 장치로 널리 사용하게 된 것이 초음파 진단 장치이다.

초음파 진단 장치는 인체 내부를 들여다보기 위해 소리를 사용한다. 일반적인 소리는 사람의 귀로 감지할 수 있지만 초음파는 진동수가 20,000 Hz가 넘어서 사람의 귀로 들을 수 없는 소리이다. 인체를 진단하는 도구로 초음파를 사용하게 된 것은, 그것이 짧은 파장을 가지므로 투과성이 강하고 직진성이 탁월할 뿐 아니라 미세한 구조까지 자세하게 볼 수 있게 해 주기 때문이다.

이 진단 장치에는 초음파를 만들어 내고 감지하기 위한 압전(壓電) 변환기라는 특수한 장치가 있다. 압전 변환기의 핵심 부품인 압전 소자는 압력을 받으면 전기를 발생시키는데 이것을 ㉠ 압전 효과라고 한다. 초음파를 압전 소자에 가해 주면 압전 소자에 미치는 공기의 압력이 변하면서 압전 효과로 인해 고주파 교류가 발생한다. 역으로 높은 진동수의 교류 전압을 압전 소자에 걸어 주면 압전 소자가 주기적으로 신축하면서 초음파를 발생시키는데, 이를 역압전 효과라고 한다. 이렇게 압전 소자는 압전 변환기에서 초음파를 발생시키고, 반사되어 돌아오는 초음파를 감지하는 중요한 역할을 담당한다. 즉, 압전 변환기는 마이크와 스피커의 역할을 모두 하는 셈이다.

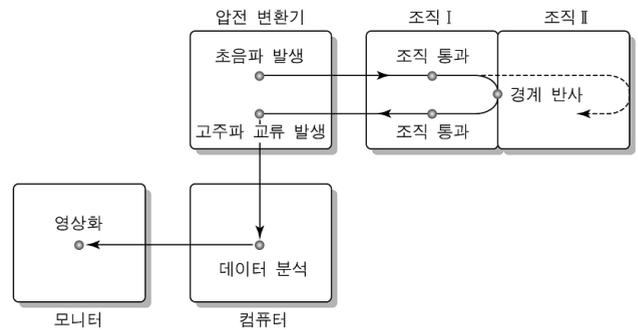
검사하고자 하는 인체 부위에 압전 변환기를 접촉시킬 때에는 그 부위에 젤리를 발라 준다. 이는 압전 변환기와 피부 사이에 공기층을 없애 반사로 인한 음파의 손실을 최소화하기 위한 것이다. 압전 변환기에서 나온 초음파는 상이한 생체 조직을 각기 다른 속력으로 통과하며, 각 조직 사이의 경계 부위를 지날 때에는 부분적으로 [A]로 반사된다. 반사되어 압전 변환기로 돌아오는 초음파의 세기는 통과한 조직의 밀도와 두께가 클수록 약해진다. 이렇게 각 조직이나 기관에서 다층적으로 반사된 초음파는 수신 모드로 전환된 압전 변환기에서 시간차를 두고 각기 다른 세기의 교류 전기 신호를 발생시킨다. 컴퓨터는 이 전기 신호들의 세기와 지체 시간을 분석하여 모니터 화면에 영상을 만들어 낸다.

돌고래는 빛이 들어오지 않는 깊은 바다 속에서, 박쥐는 칠흑같이 어두운 동굴 속에서 초음파를 발생시키고 사물에서 반사되어 돌아오는 음파를 감지해서 대상이나 장애물의 형태와 위치를 인지한다. 초음파 진단 장치는 이러한 동물들의 놀라운 능력을 모방한 생체 모방 기술의 쾌거이다.

27. 위 글을 읽은 학생들의 반응 중, 적절하지 않은 것은?

- ① CT 촬영을 하면 태아에게 해로울 수도 있겠구나.
- ② 돌고래는 초음파를 이용해서 본다고 할 수 있겠구나.
- ③ 젤리는 신체 내부로 초음파가 잘 전달되도록 해 주겠구나.
- ④ 마이크에는 압전 소자와 유사한 기능을 하는 부품이 들어 있겠구나.
- ⑤ 성능 좋은 초음파 진단 장치일수록 긴 파장의 음파를 사용하겠구나.

28. 그림은 초음파 진단 장치의 작동 과정을 개략적으로 나타낸 것이다. ㉠이 나타나는 단계는?



- ① 초음파 발생
- ② 경계 반사
- ③ 고주파 교류 발생
- ④ 데이터 분석
- ⑤ 영상화

29. [A]에서 설명된 초음파 진단 장치의 원리로부터 유추해 낼 수 없는 음향 현상은?

- ① 물속과 공기 중에서 소리의 전파 속도는 다르다.
- ② 벽을 두껍게 하면 밖에서 들어오는 소음이 줄어든다.
- ③ 관의 굵기와 길이에 따라 관에서 나는 소리의 높낮이가 다르다.
- ④ 가까운 곳에서 생긴 메아리가 먼 곳에서 생긴 것보다 빨리 들린다.
- ⑤ 눈을 감고 있어도 자기 목소리를 듣고 자신의 위치가 야외인지 실내인지를 구별할 수 있다.

◆ 24년 5월 고3 10~13번

[10 ~ 13] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

초음파 도플러 혈류계란 혈류의 속도와 방향 등의 정보를 측정하여 영상화하는 기기로 초음파의 도플러 효과를 이용한다. 초음파는 주파수가 인간의 가청 범위 이상인 음파이다. 일반적으로 음파를 전달하는 매개체인 매질을 통해 측정 대상에게 보낸 초음파의 송신 주파수와 대상에서 반사되어 돌아온 수신 주파수는 같은 값을 갖는다. 하지만 대상이 이동하면 송신 주파수와 수신 주파수가 달라지는데, 이러한 현상을 도플러 효과라고 한다.

초음파 도플러 혈류계가 혈류의 속도와 방향을 측정하여 영상화하는 과정은 크게 **송수신 단계**와 표시 단계로 구분된다. 송수신 단계에서는 초음파를 발생시키고 수신하는 장치인 탐촉자를 이용한다. 먼저 탐촉자에서 초음파를 발생시키면 탐촉자를 인체 피부에 밀착하여 초음파를 피부로 입사시킨다. 이때 초음파를 인체 내부에 효과적으로 입사시키기 위해서는 음향 저항과 도플러 각도를 고려해야 한다. 음향 저항은 초음파가 매질을 통과해서 전달되기 어려운 정도를 나타내는 척도로 매질의 밀도에 비례한다. 초음파는 음향 저항의 차이가 큰 두 매질의 경계면에서 더 많은 양이 반사된다. 인체 외부의 공기나 피부, 내부의 힘줄과 혈관 등의 연부 조직, 혈액도 모두 매질이다. 이들 중 공기와 피부 간 음향 저항 차이가 가장 크므로, 이를 줄이기 위해 피부에 젤을 바르는 것이다. 또한 도플러 각도는 탐촉자에서 발생한 초음파가 피부에 입사될 때 혈류의 방향과 이루는 각도로, 이 각도가 0°일 때 혈류 속도를 가장 정확하게 측정할 수 있다. 하지만 실제 측정에서는 도플러 각도가 0°가 되기 어렵기 때문에 오차 값이 적은 60° 미만의 각도를 유지해야 한다. 이렇게 피부에 입사된 초음파는 피부에서 일부가 반사되지만 대부분이 투과된 후 연부 조직을 거의 일정한 속도로 투과하여 혈액으로 들어간다.

이후 초음파는 혈액과는 다른 음향 저항을 가진 적혈구를 만나 산란된다. 산란은 반사되는 초음파가 여러 방향으로 흩어지는 것을 의미하며, 산란체의 크기가 작거나 주파수가 높을수록 산란이 많이 발생한다. 이렇게 산란된 초음파 중 일부가 다시 연부 조직, 피부를 지나 탐촉자로 되돌아오는데 산란으로 인해 초음파의 강도가 작기 때문에 이를 증폭시킨다. 이때 도플러 효과가 발생하는데 송신 주파수와 수신 주파수의 차이를 도플러 변위라고 한다. 도플러 변위는 적혈구가 이동하는 속도와 방향에 따라 달라진다. 적혈구의 이동 속도가 빠를수록 도플러 변위의 절댓값은 크며, 적혈구가 탐촉자에 가까워지는 방향일 때는 도플러 변위가 양(+)의 값을 갖고, 그 반대는 도플러 변위가 음(-)의 값을 갖는다. 이렇게 도플러 변위를 통해 얻은 혈류 속도와 방향에 대한 정보는 탐촉자에 저장된다.

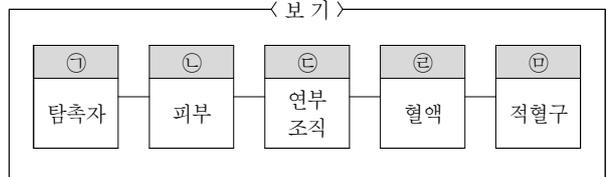
표시 단계에서는 탐촉자에 저장된 정보를 영상 장치의 화면에 색과 색의 밝기로 표시한다. 일반적으로 영상 장치의 화면에 표시되는 혈류 정보의 색은 혈류가 탐촉자를 향하면 빨간색으로, 그 반대 방향이면 파란색으로 표시한다. 또한 혈류 속도가 빠르면 더 밝게 표시한다.

* 주파수: 1초에 음파가 진동하는 횟수.

10. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

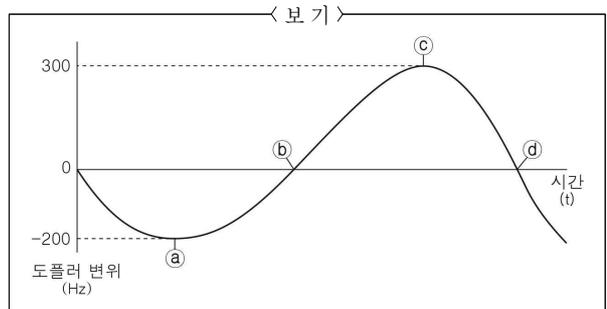
- ① 초음파를 전달하는 매질의 밀도에 따라 음향 저항은 달라진다.
- ② 초음파 도플러 혈류계는 송신 주파수와 수신 주파수의 차이를 이용한다.
- ③ 초음파 도플러 혈류계는 인간의 가청 범위 이상의 주파수를 가진 음파를 이용한다.
- ④ 초음파 도플러 혈류계가 혈류 정보를 측정하여 영상화하는 과정은 송수신 단계와 표시 단계로 구분된다.
- ⑤ 초음파 도플러 혈류계에서는 도플러 변위를 통해 얻은 혈류 속도와 방향에 대한 정보가 영상 장치에 저장된다.

11. <보기>는 **송수신 단계**에서의 초음파 이동 경로를 도식화한 것이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉥에 대해 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① ㉠에서 발생한 초음파가 ㉢에 입사될 때, 혈류의 방향과 이루는 각도를 60° 미만으로 유지해야 측정의 오차 값이 적겠군.
- ② ㉠에서 발생시킨 초음파의 강도는 ㉤에서 ㉢로 되돌아 나올 때보다 크겠군.
- ③ ㉢에 젤을 바르기 전보다 후에 ㉣으로 더 많은 초음파가 투과되었겠군.
- ④ ㉣에서는 ㉠에서 발생한 초음파가 거의 일정한 속도로 투과하겠군.
- ⑤ ㉣을 투과한 초음파의 주파수가 높을수록, ㉤의 크기가 클수록 더 많은 산란이 발생하겠군.

12. <보기>는 초음파 도플러 혈류계의 도플러 효과에 대해 설명하기 위한 그래프이다. 윗글을 읽은 학생이 <보기>에 대해 보인 반응으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- ① a의 혈류 속도보다 c의 혈류 속도가 빠르다고 볼 수 있겠군.
- ② a에서 b의 혈류 방향과 b에서 c의 혈류 방향은 동일하다고 볼 수 있겠군.
- ③ b보다 c가 송신 주파수와 수신 주파수의 차이가 크다고 볼 수 있겠군.
- ④ c와 a 사이에는 영상 장치의 화면에 혈류 정보가 빨간색으로 표시되었겠군.
- ⑤ d보다 c에서 영상 장치의 화면에 혈류 정보의 색이 더 밝게 표시되었겠군.

13. ㉔와 문맥상 의미가 가장 가까운 것은?

- ① 금요일을 지나 토요일이 되었다.
- ② 수험 생활도 지나고 나니 그렇다.
- ③ 바람이 창문 사이를 지나고 있다.
- ④ 그는 그녀의 말을 무심결에 지나 버렸다.
- ⑤ 한 달 전에 산 우유의 소비 기한이 지났다.

압전체로 사용하는 수정은 특정 방향으로 절단 및 가공하여 납작한 원판 모양으로 만든다. 이후 원판의 양면에 전극을 만든 후 (+)와 (-) 극이 교대로 바뀌는 전압을 가하면 수정이 진동한다. 이때 전압의 주파수*를 수정의 고유 주파수와 일치시켜 수정이 큰 폭으로 진동하도록 하여 진동을 측정하기 쉽게 만든 것이 ㉠수정 진동자이다. 고유 주파수란 어떤 물체가 갖는 고유한 진동 주파수인데, 같은 재료의 압전체라도 압전체의 모양과 크기에 따라 달라진다. 수정 진동자에 어떤 물질이 달라붙어 질량이 증가하면 고유 주파수에서 진동하던 수정 진동자의 주파수가 감소한다. 수정 진동자의 주파수는 매우 작은 질량 변화에 민감하게 변하므로 기체 분자나 DNA와 같은 미세한 물질의 질량을 측정할 수 있다. 진동자에서 질량 민감도는 주파수의 변화 정도를 측정된 질량으로 나눈 값인데, 수정 진동자의 질량 민감도는 매우 크다.

수정 진동자로 질량을 측정하는 원리를 응용하면 특정 기체의 농도를 감지할 수 있다. 수정 진동자를 특정 기체가 붙도록 처리하면, 여기에 특정 기체가 달라붙으며 질량 변화가 생겨 수정 진동자의 주파수는 감소한다. 일정 시점이 되면 수정 진동자의 주파수가 더 감소하지 않고 일정한 값을 유지한다. 이렇게 일정한 값을 유지하는 이유는 특정 기체가 일정량 이상 달라붙지 않기 때문이다. 혼합 기체에서 특정 기체의 농도가 클수록 더 작은 주파수에서 주파수가 일정하게 유지된다. 특정 기체가 얼마나 빨리 수정 진동자에 붙어서 주파수가 일정한 값이 되는가의 척도를 반응 시간이라 하는데, 반응 시간이 짧을수록 특정 기체의 농도를 더 빨리 잴 수 있다.

그런데 측정 대상이 아닌 기체가 함께 붙으면 측정하려는 대상 기체의 정확한 농도 측정이 어렵다. 또한 대상 기체만 붙더라도 그 기체의 농도를 알 수는 없다. 이 때문에 대상 기체의 농도에 따라 수정 진동자의 주파수 변화를 미리 측정해 놓아야 한다. 그 후 대상 기체의 농도를 모르는 혼합 기체에서 주파수 변화를 측정하면 대상 기체의 농도를 알 수 있다. 수정 진동자의 주파수 변화 정도를 농도로 나누면 농도에 대한 민감도를 구할 수 있다.

* 주파수: 진동이 1초 동안 반복하는 횟수 또는 전압의 (+)와 (-) 극이 1초 동안, 서로 바뀌고 다시 원래대로 되는 횟수.

◆ 24-9평 8~11번

[8~11] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

저울은 흔히 지렛대의 원리를 이용하거나 전기 저항 변화를 측정하여 질량을 잴다. 그렇다면 초정밀 저울은 기체 분자나 DNA와 같은 미세 물질의 질량을 어떻게 잴까? 이에 답하기 위해서는 압전 효과에 대한 이해가 필요하다.

압전 효과에는 재료에 기계적 변형이 생기면 재료에 전압이 발생하는 1차 압전 효과와, 재료에 전압을 걸면 재료에 기계적 변형이 생기는 2차 압전 효과가 있다. 두 압전 효과가 모두 생기는 재료를 압전체라 하며, 수정이 주로 쓰인다.

8. 윗글에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 압전체의 제작 방법을 소개하고 제작 시 유의점을 나열하고 있다.
- ② 압전 효과의 개념을 정의하고 압전체의 장단점을 분석하고 있다.
- ③ 압전 효과의 종류를 분류하고 그 분류에 따른 압전체의 구조를 비교하고 있다.
- ④ 압전체의 유형을 구분하는 기준을 제시하고 초정밀 저울의 작동 과정을 단계별로 설명하고 있다.
- ⑤ 압전 효과에 기반한 초정밀 저울의 작동 원리를 설명하고 이 원리가 적용된 기체 농도 측정 방법을 소개하고 있다.

9. 윗글을 통해 알 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 수정 이외에도 압전 효과를 보이는 재료가 존재한다.
- ② 수정을 절단하고 가공하여 미세 질량 측정에 사용한다.
- ③ 전기 저항 변화를 이용하여 물체의 질량을 측정하는 경우가 있다.
- ④ 같은 방향으로 절단한 수정은 크기가 달라도 고유 주파수가 서로 같다.
- ⑤ 진동자의 주파수 변화 정도를 측정된 질량으로 나누면 질량에 대한 민감도를 구할 수 있다.

10. ㉠에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① ㉠에는 1차 압전 효과를 보일 수 있는 재료가 있다.
- ② ㉠에서는 전압에 의해 압전체의 기계적 변형이 일어난다.
- ③ ㉠에는 전극이 양면에 있는 원판 모양의 수정이 사용된다.
- ④ ㉠에서는 전극에 가하는 전압의 주파수를 수정의 고유 주파수에 맞춘다.
- ⑤ ㉠의 전극에 가해지는 특정 주파수의 전압은 압전체의 고유 주파수 값을 더 크게 만든다.

11. 윗글을 바탕으로 <보기>를 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

알코올 감지기 A와 B를 이용하여 어떤 밀폐된 공간에 있는 혼합 기체의 알코올 농도를 측정하였다. 이때 A와 B는 모두 진동자에 알코올이 달라붙을 수 있도록 처리되어 있다. A와 B 모두, 시간이 흐름에 따라 주파수가 감소하다가 더 이상 감소하지 않고 일정하게 유지되었다.
(단, 측정하는 동안 밀폐된 공간의 상황은 변동 없음.)

- ① A의 진동자에 있는 압전체의 고유 주파수를 알코올만 있는 기체에서 미리 측정해 놓으면, 혼합 기체에서의 알코올의 농도를 알 수 있겠군.
- ② B에 달라붙은 알코올의 양은 변하지 않고 다른 기체가 함께 달라붙은 후 진동자의 주파수가 일정하게 유지된다면, 이때 주파수의 값은 알코올만 붙었을 때보다 더 작겠군.
- ③ A와 B에서 알코올이 달라붙도록 진동자를 처리한 것은 알코올이 달라붙음에 따라 진동자가 최대한 큰 폭으로 진동할 수 있게 하려는 것이겠군.
- ④ A가 B에 비해 동일한 양의 알코올이 달라붙은 후에 생기는 주파수 변화 정도가 크다면, A가 B보다 알코올 농도에 대한 민감도가 더 작다고 할 수 있겠군.
- ⑤ B가 A보다 알코올이 일정량까지 달라붙는 시간이 더 짧더라도 알코올이 달라붙은 양이 서로 같다면, A와 B의 반응 시간은 서로 같겠군.

◆ 14-9평 A형 19~21번

[19~21] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

1895년에 발견된 X선은 진단의학의 혁명을 일으켰다. 이후 X선 사진 기술은 단면 촬영을 통해 입체 영상 구성이 가능한 CT(컴퓨터 단층촬영장치)로 진화하면서 해부를 하지 않고 인체 내부를 정확하게 진단하는 기술로 발전하였다.

X선 사진은 X선을 인체에 조사하고, 투과된 X선을 필름에 감광시켜 얻어낸 것이다. 조사된 X선의 일부는 조직에서 흡수·산란되고 나머지는 조직을 투과하여 반대편으로 나오게 된다. X선이 투과되는 정도를 나타내는 투과율은 공기가 가장 높으며 지방, 물, 뼈의 순서로 낮아진다. 또한 투과된 X선의 세기는 통과한 조직의 투과율이 낮을수록, 두께가 두꺼울수록 약해진다. 이런 X선의 세기에 따라 X선 필름의 감광 정도가 달라져 조직의 흑백 영상을 얻을 수 있다. 그렇지만 X선 사진에서는 투과율이 비슷한 조직들 간의 구별이 어려워져, X선 사진은 다른 조직과의 투과율 차이가 큰 뼈나 이상 조직의 검사에 주로 사용된다. 이러한 X선 사진의 한계를 극복한 것이 CT이다.

CT는 인체에 투과된 X선의 분포를 통해 인체의 횡단면을 영상으로 재구성한다. CT 촬영기 한쪽 편에는 X선 발생기가 있고 반대편에는 여러 개의 X선 검출기가 배치되어 있다. CT 촬영기 중심에, 사람이 누운 침대가 들어가면 X선 발생기에서 나온 X선이 인체를 투과한 후 맞은편 X선 검출기에서 검출된다.

X선 검출기로 인체를 투과한 X선의 세기를 검출하는데, 이때 공기를 통과하며 감쇄된 양을 빼고, 인체 조직만을 통과하면서 감쇄된 X선의 총량을 구해야 한다. 이것은 공기만을 통과한 X선 세기와 조직을 투과한 X선 세기의 차이를 계산하면 얻을 수 있고, 이를 환산값이라고 한다. 즉, 환산값은 특정 방향에서 X선이 인체 조직을 통과하면서 산란되거나 흡수되어 감쇄된 총량을 의미한다. 이 값을 여러 방향에서 구하기 위해 CT 촬영기를 회전시킨다. 그러면 동일 단면에 대한 각 방향에서의 환산값을 구할 수 있고, 이를 활용하여 컴퓨터가 단면 영상을 재구성한다.

CT에서 영상을 재구성하는 데에는 **역투사**(back projection) 방법이 이용된다. 역투사는 어떤 방향에서 X선이 진행했던 경로를 거슬러 진행하면서 경로상에 환산값을 고르게 분배하는 방법이다. CT 촬영기를 회전시키며 얻은 여러 방향의 환산값을 경로별로 역투사하여 더해 나가는데, 이처럼 여러 방향의 환산값들이 더해진 결과가 역투사 결과값이다. 역투사를 하게 되면 뼈와 같이 감쇄를 많이 시키는 조직에서는 여러 방향의 값들이 더해지게 되고, 그 결과 다른 조직에서보다 더 큰 결과값이 나오게 된다.

역투사 결과값들을 합성하면 투과율의 차이에 따른 조직의 분포를 영상으로 재구성할 수 있다. CT 촬영기가 조금씩 움직이면서 인체의 여러 단면에 대하여 촬영을 반복하면 연속적인 단면 영상을 얻을 수 있고, 필요에 따라 이 단면 영상들을 조합하여 입체 영상도 얻을 수 있다.

19. 윗글에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① CT 촬영을 할 때 X선 발생기와 X선 검출기는 회전한다.
- ② X선 사진에서는 비슷한 투과율을 가진 조직들 간의 구별이 어렵다.
- ③ CT에서의 환산값은 통과한 조직에서 감쇄된 X선의 총량을 나타낸다.
- ④ 조직에서 흡수·산란된 X선의 세기는 그 조직을 투과한 X선 세기와 항상 같다.
- ⑤ 조직의 투과율이 높을수록, 조직의 두께가 얇을수록 X선은 더 많이 투과된다.

20. **역투사**에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① X선 사진의 흑백 영상을 만드는 과정에서 역투사는 필요하지 않다.
- ② 역투사 결과값은 조직이 없고 공기만 있는 부분에서 가장 크다.
- ③ 역투사 결과값들을 활용하여 조직의 분포에 대한 영상을 얻을 수 있다.
- ④ X선 투과율이 낮은 조직일수록 그 위치에 대응하는 역투사 결과값은 커진다.
- ⑤ 역투사 결과값은 CT 촬영기에서 구한 환산값을 컴퓨터에서 처리하여 얻을 수 있다.

21. 윗글을 바탕으로 <보기>와 같은 실험을 했을 때, B에 해당하는 그래프로 알맞은 것은? [3점]

<보 기>

위의 그림처럼 단면이 정사각형인 물체 ㉓와 직각이등변 삼각형인 물체 ㉔가 연결된 **■**를 CT 촬영기 안에 넣고 촬영하여 A, B, C 방향에서 구한 환산값의 크기를 그래프로 나타냈다. 이때 ㉓의 투과율은 ㉔의 2배이다.

- * X선은 화살표와 같이 평행하게 진행함.
- * 물체 **■**의 밑면을 기준으로 A는 0° 방향, B는 45° 방향, C는 90° 방향의 위치에 있음.

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

◆ 15년 10월 고3 A형 20~22번

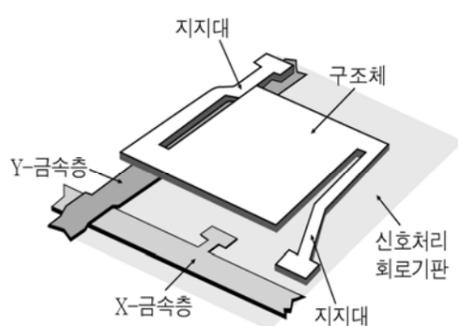
[20~22] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

적외선 열화상 카메라는 피사체로부터 방출되는 적외선 복사 에너지를 검출해서 피사체의 표면 온도를 측정하고, 그 온도에 따라 다른 색상으로 화면에 구현해 주는 장치이다. 이것은 절대 영도, 즉 -273°C 보다 높은 온도를 갖는 모든 물체는 적외선을 방출하고 있으며 물체의 온도가 높을수록 방출량이 많다는 사실에 착안하여 제작되었다. 적외선 열화상 카메라는 크게 렌즈, 검출기, 신호처리장치, 모니터 등으로 구성되어 있다.

적외선의 파장은 가시광선의 파장보다 길기 때문에 일반 카메라 렌즈는 적외선이 잘 통과하지 못한다. 따라서 적외선은 잘 통과하고 가시광선은 잘 통과하지 않는 물질인 게르마늄과 규소를 사용하여 적외선 열화상 카메라 렌즈를 만든다. 렌즈를 통과한 적외선은 검출기에 도달한다.

검출기는 적외선 복사 에너지를 전기적 신호로 바꾸어 주는 역할을 하며, 주로 볼로미터 방식을 많이 사용하고 있다. 이 방식은 마이크로볼로미터를 규칙적으로 배열하여 적외선 복사 에너지를 측정하는 방식이다. 마이크로볼로미터는 <그림>에서 보듯이 신호처리회로(ROIC)기판 위에 적외선 복사 에너지를 감지하는 사각형 모양의 구조체와 이를 받치는 두 개의 지지대로 이루어져 있다. 구조체 속에는 적외선 감지 재료가 있으며 각 지지대 속에는 금속 전극이 하나씩 들어 있는데, 금속 전극 중 하나는 감지 재료와 Y-금속층에 연결되어 있고, 다른 하나는 감지 재료와 ROIC기판에 연결되어 있다.

검출기의 구조체는 적외선 복사 에너지를 잘 흡수하고 그에



반응하여 온도도 상승해야 한다. 하지만 구조체가 적외선 복사 에너지를 흡수해서 발생하는 열은 수 나노와트(nW) 정도로 매우 작기 때문에 이 열이 효과적으로 전기적 신호로 변환되기 위해서는 외부로 빠져나가는 열 손실을 최대한 억제해야 한다. 따라서 지지대는 단면적이 작고, 열전도율이 작은 물질로 이루어져 있으며, 구조체와 ROIC기판 사이는 진공 상태로 되어 있다. 구조체의 감지 재료는 미세한 온도 증가에도 예민하게 반응하는 반도체를 사용하며, 그중 ㉠음(-)의 저항 온도 계수가 높은 산화 바나듐을 많이 쓴다. 저항 온도 계수란 온도 상승에 따라 저항 값이 변화하는 비율을 말하며, 온도가 상승함에 따라 전기 저항이 감소하는 물질은 음의 저항 온도 계수를, 전기 저항이 증가하는 물질은 양(+의 저항 온도 계수를 가진다. 결국 적외선 복사 에너지를 흡수한 구조체는 온도가 올라가며, 구조체 속 감지 재료의 온도도 상승한다. 이로 인한 감지 재료의 전기 저항 감소는 출력 전압의 증가로 이어지고, 증가된 전압은 지지대의 금속 전극을 통해 ROIC기판에 전류를 흐르게 한다.

ROIC기판과 연결된 신호처리장치는 전류의 세기에 따라 물체의 표면 온도를 판별한다. 그런데 물체에서 방출된 적외선 복사 에너지는 렌즈에 도달하기도 전에 대기 중 입자에 흡수되거나 산란되어 손실될 수 있으며, 거리가 멀수록 손실 정도가 더 커진다. 따라서 피사체와의 거리, 대기 상태 등을 고려하여 온도 값을 프로그램을 통해 다시 보정하고, 그 온도 값에 따라 각각 다른 색상으로 모니터 화면에 피사체의 열화상을 구현한다. 마이크로볼로미터 하나가 모니터 화면의 한 픽셀에 해당하도록 설계되어 있기 때문에 검출기의 마이크로볼로미터 개수가 많을수록 화면에 나타나는 화질은 그만큼 향상된다.

20. 밑글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 마이크로볼로미터의 적외선 감지 재료에는 두 개의 금속 전극이 연결되어 있다.
- ② 적외선 열화상 카메라에 열화상이 나타난 사물은 절대 영도보다 높은 온도를 지닌다.
- ③ 마이크로볼로미터의 지지대는 열 손실을 막기 위해 열전도율이 낮은 물질로 만들어져 있다.
- ④ 적외선 열화상 카메라의 렌즈에 도달한 적외선 복사 에너지의 강도는 피사체와의 거리에 비례한다.
- ⑤ 적외선 열화상 카메라 렌즈는 적외선을 더 잘 통과시키기 위해 게르마늄과 규소를 사용하여 제작한다.

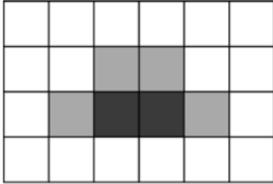
21. ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 저항 값이 커서 구조체와 지지대의 온도를 증가시키는 데 효과적이기 때문이다.
- ② 구조체가 적외선 복사 에너지의 증가에도 일정한 온도를 유지할 수 있게 하기 때문이다.
- ③ 구조체의 출력 전압을 낮추어 신호처리회로기판에 흐르는 전류량을 감소시키기 때문이다.
- ④ 온도 증가에도 저항 값의 변화가 없어 일정한 전류를 신호처리회로기판에 공급할 수 있기 때문이다.
- ⑤ 온도 증가에 따른 전기 저항의 감소 비율이 커서 피사체의 온도 차이를 쉽게 구별할 수 있게 하기 때문이다.

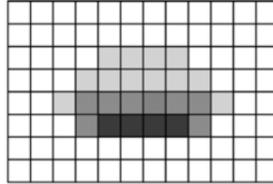
22. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 설명한 내용으로 옳바르지 않은 것은?

< 보 기 >

다음은 동일한 사물을 동일한 환경 조건에서 적외선 열화상 카메라 A와 B로 찍은 결과물이다. (단, A와 B 모두 같은 렌즈를 사용하고 모니터 화면의 크기도 같음. 모니터 화면을 구성하는 작은 네모는 픽셀을 의미함.)



A의 모니터 화면 [a]



B의 모니터 화면 [b]



온도 높음
온도 낮음

- ① A는 B보다 마이크로볼로미터의 개수가 더 많겠군.
- ② B가 A보다 사물의 표면 온도를 더 세분화하여 보여 주는군.
- ③ A와 B는 모두 사물에서 방출된 적외선 복사 에너지를 검출해 A는 [a]를, B는 [b]를 구현하는군.
- ④ [a]와 [b] 모두 프로그램을 통해 온도 값을 보정한 결과이겠군.
- ⑤ [a]와 [b] 각각에서 음영이 진한 픽셀은 흐린 픽셀보다 적외선 감지 재료의 온도가 높음을 보여 주는군.

◆ 24년 3월 고3 10~13번

[10~13] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

디지털카메라는 피사체에 반사된 빛이 렌즈를 통해 ㉠ 이미지 센서에 피사체의 상이 맺히도록 만들고, 이 상을 이미지 데이터로 변환하여 한 장의 사진으로 저장한다. 이미지 센서에서 상이 맺히는 곳은 많은 수의 아주 작은 화소가 격자 모양으로 배열된 '화소 평면'이다. 여기에 피사체의 상이 맺힐 때, 화소 각각의 위치에서 얻어진 빛의 밝기를 나타내는 데이터의 배열이 한 장의 사진이 된다.

화소는 빛에 반응하는 소자로, 노출된 빛의 세기에 비례하는 전압을 출력한다. 화소를 여러 개 묶어서 마치 하나의 화소처럼 쓸 수도 있는데, 동일한 화소를 여러 개 묶어서 사용하면 하나를 사용할 때보다 약한 빛도 검출할 수 있다. 만일 빨강, 초록, 파랑의 서로 다른 파장의 빛에 반응하는 화소를 묶어 한 개의 화소를 구성하면, 색깔을 구별할 수 있다. 이미지 센서의 해상도는 화소 평면의 면적에 대한 화소의 전체 개수의 비율로 나타내는데, 이 값이 클수록 세밀하게 표현된 이미지를 얻을 수 있어 센서의 성능을 가늠하는 척도가 된다.

디지털 이미지를 얻기 위해서는 각 화소에 노출된 빛의 세기를 데이터로 변환해야 하는데, 이를 위해 화소를 '아날로그

디지털 변환기(ADC)에 연결하여 화소의 출력 전압에 해당하는 크기를 나타내는 데이터로 바꾼다. ADC는 입력 전압의 값을 데이터로 변환하여 출력할 때는 일정한 수의 비트로 표현한다. 이 비트의 개수를 데이터 폭이라고 한다. 분해능은 입력 허용 구간을 몇 개의 구간으로 ㉠ 나누어 표현할 수 있는지를 나타내는데, ADC의 성능을 나타내는 한 지표이다. 가령 어느 ADC의 입력 전압의 허용 구간이 0~1볼트(V)라고 하자. 만일 화소의 출력 전압에 대해 ADC의 데이터 폭이 1비트면, 빛의 세기를 0.5V를 기준으로 0V부터 0.5V보다 작은 구간은 흑으로, 0.5V부터 1V까지의 구간은 백으로 2단계로 명암을 구분한다. 만일 데이터 폭이 2비트면 0~1V의 구간을 4단계로, 4비트면 16단계로, 8비트면 256단계로 서로 다른 밝기의 명암으로 구분하여 데이터를 출력할 수 있다. 따라서 데이터 폭이 넓은 ADC를 쓰면 세밀한 명암의 표현이 가능한 이미지를 얻을 수 있다. 한편 ADC가 입력된 전압을 데이터로 바꾸는 데는 일정한 시간이 걸리는데 이를 변환 시간이라고 하며, 성능을 나타내는 또 다른 지표로 사용된다.

이미지 센서가 온전한 한 장의 사진을 얻으려면 화소별로 빛의 세기를 나타낸 데이터를 화소와 같은 형태의 배열로 나타내어야 한다. 이미지 센서 내부에 화소의 수만큼 ADC가 있으면 일대일로 연결하여 한 번에 전체 데이터를 얻으면 된다. 하지만 일반적으로 이미지 센서에는 수백만 개의 화소가 있는데, 이만큼의 ADC를 이미지 센서에 만들어 넣기는 어렵다. 그래서 적은 수의 ADC로 전체 화소의 데이터를 얻기 위해 '다중 스위치'를 이용한다.

다중 스위치는 M개의 입력을 N개씩 여러 개의 블록으로 나누고 블록 단위로 N개의 출력으로 연결해 주는 장치이다. 이때 N은 M과 같거나 M보다 작아야 한다. 화소 평면의 전체 화소를 순서에 따라 일정한 개수로 묶은 블록으로 나누고, 이것을 다중 스위치를 통해 순서대로 여러 번 ADC로 보내 블록 단위로 데이터로 바꾼 다음, 이것을 차례로 다시 모으면 한 장의 사진이 완성된다.

가령 10,000개의 화소가 있고 10개의 ADC가 있다고 하자. 이런 경우 순서대로 화소를 10개씩 묶어 블록으로 만들고 각 블록을 10개의 ADC에 순서대로 1,000번으로 나누어 보낸다. 그러면 10개씩 묶인 데이터가 순서대로 1,000개로 변환되므로 이를 합쳐서 한 장의 사진으로 완성한다. 하지만 ADC가 1,000번의 동작을 해야 하므로 사진 한 장의 데이터를 얻는 전체 변환 시간은 ADC의 변환 시간의 1,000배가 된다.

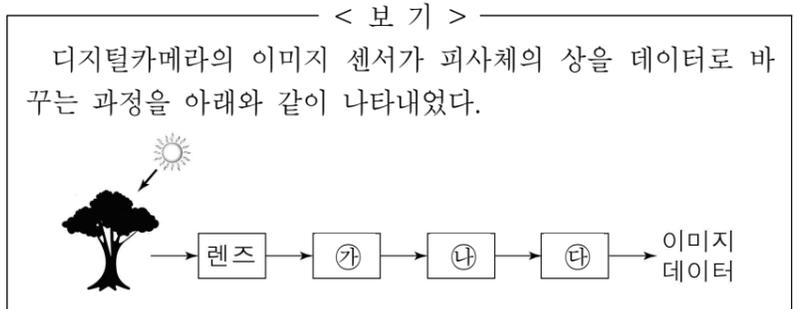
10. 윗글을 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 다중 스위치의 입력에 연결되는 개수는 출력에 연결되는 개수보다 작다.
- ② 데이터 폭으로 표현하는 분해능은 ADC의 성능을 나타내는 척도의 하나이다.
- ③ 디지털카메라로 찍은 한 장의 사진은 화소와 같은 형태로 나열된 데이터의 배열이다.
- ④ 빛에 대해 반응이 같은 화소를 여러 개 묶으면 검출할 수 있는 최소 밝기가 낮아진다.
- ⑤ 색깔을 구별할 수 있는 빨강, 초록, 파랑의 화소는 각각 반응하는 빛의 파장이 서로 다르다.

11. ㉠에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① ADC의 데이터 폭을 늘리면 저장할 데이터양이 늘어난다.
- ② ADC의 변환 시간을 줄이면 전체 변환 시간이 줄어든다.
- ③ ADC의 개수를 늘리면 전체 변환 시간이 늘어난다.
- ④ 전체 화소의 수를 늘리면 저장할 데이터양이 늘어난다.
- ⑤ 전체 화소의 수를 줄이면 전체 변환 시간이 줄어든다.

12. 윗글을 바탕으로 <보기>의 ㉡~㉣에 들어갈 내용을 적절하게 짝지은 것은? [3점]



- | | | | |
|---|--------|--------|--------|
| | ㉡ | ㉢ | ㉣ |
| ① | ADC | 화소 평면 | 다중 스위치 |
| ② | ADC | 다중 스위치 | 화소 평면 |
| ③ | 화소 평면 | 다중 스위치 | ADC |
| ④ | 화소 평면 | ADC | 다중 스위치 |
| ⑤ | 다중 스위치 | 화소 평면 | ADC |

13. ㉠의 문맥적 의미와 가장 유사한 것은?

- ① 우리는 서로 인사를 나누었다.
- ② 그와 이야기를 나누는 일은 즐겁다.
- ③ 글을 세 문단으로 나누고 내용을 정리하였다.
- ④ 너와 슬픔과 기쁨을 함께 나누면서 살고 싶다.
- ⑤ 오랜만에 친구와 차를 한잔 나누며 이야기를 했다.

[14~17] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

주차하거나 좁은 길을 지날 때 운전자를 돕는 장치들이 있다. 이 중 차량 전후좌우에 장착된 카메라로 촬영한 영상을 이용하여 차량 주위 360°의 상황을 위에서 내려다본 것 같은 영상을 만들어 차 안의 모니터를 통해 운전자에게 제공하는 **장치**가 있다. 운전자에게 제공되는 영상이 어떻게 만들어지는지 알아 보자.

먼저 차량 주위 바닥에 바둑판 모양의 격자판을 펴 놓고 카메라로 촬영한다. 이 장치에서 사용하는 광각 카메라는 큰 시야각을 갖고 있어 사각지대가 줄지만 빛이 렌즈를 **㉠** 지날 때 렌즈 고유의 곡률로 인해 영상이 중심부는 볼록하고 중심부에서 멀수록 더 휘어지는 현상, 즉 렌즈에 의한 상의 왜곡이 발생한다. 이 왜곡에 영향을 주는 카메라 자체의 특징을 내부 변수라고 하며 왜곡 계수로 나타낸다. 이를 알 수 있다면 왜곡 모델을 설정하여 왜곡을 보정할 수 있다. 한편 차량에 장착된 카메라의 기울어짐 등으로 인해 발생하는 왜곡의 원인을 외부 변수라고 한다. **㉡** 촬영된 영상과 실세계 격자판을 비교하면 영상에서 격자판이 회전한 각도나 격자판의 위치 변화를 통해 카메라의 기울어진 각도 등을 알 수 있으므로 왜곡을 보정할 수 있다.

왜곡 보정이 끝나면 영상의 점들에 대응하는 3차원 실세계의 점들을 추정하여 이로부터 원근 효과가 제거된 영상을 얻는 시점 변환이 필요하다. 카메라가 3차원 실세계를 2차원 영상으로 투영하면 크기가 동일한 물체라도 카메라로부터 멀리 있을수록 더 작게 나타나는데, 위에서 내려다보는 시점의 영상에서는 거리에 따른 물체의 크기 변화가 없어야 하기 때문이다.

㉢ 왜곡이 보정된 영상에서의 몇 개의 점과 그에 대응하는 실세계 격자판의 점들의 위치를 알고 있다면, 영상의 모든 점들과 격자판의 점들 간의 대응 관계를 가상의 좌표계를 이용하여 기술할 수 있다. 이 대응 관계를 이용해서 영상의 점들을 격자의 모양과 격자 간의 상대적인 크기가 실세계에서와 동일하게 유지 되도록 한 평면에 놓으면 2차원 영상으로 나타난다. 이때 얻은 영상이 **㉣** 위에서 내려다보는 시점의 영상이 된다. 이와 같은 방법으로 구한 각 방향의 영상을 합성하면 차량 주위를 위에서 내려다본 것 같은 영상이 만들어진다.

14. 윗글의 내용과 일치하는 것은?

- ① 차량 주위를 위에서 내려다본 것 같은 영상은 360°를 촬영하는 카메라 하나를 이용하여 만들어진다.
- ② 외부 변수로 인한 왜곡은 카메라 자체의 특징을 알 수 있으면 쉽게 해결할 수 있다.
- ③ 차량의 전후좌우 카메라에서 촬영된 영상을 하나의 영상으로 합성한 후 왜곡을 보정한다.
- ④ 영상이 중심부로부터 멀수록 크게 휘는 것은 왜곡 모델을 설정하여 보정할 수 있다.
- ⑤ 위에서 내려다보는 시점의 영상에 있는 점들은 카메라 시점의 영상과는 달리 3차원 좌표로 표시된다.

15. ㉠~㉣을 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠에서 광각 카메라를 이용하여 확보한 시야각은 ㉣에서는 작아지겠군.
- ② ㉣에서는 ㉠과 마찬가지로 렌즈와 격자판 사이의 거리가 멀어질수록 격자판이 작아 보이겠군.
- ③ ㉣에서는 ㉠에서 렌즈와 격자판 사이의 거리에 따른 렌즈의 곡률 변화로 생긴 휘어짐이 보정되었겠군.
- ④ ㉣과 실제계 격자판을 비교하여 격자판의 위치 변화를 보정한 ㉣은 카메라의 기울어짐에 의한 왜곡을 바로잡은 것이겠군.
- ⑤ ㉣에서 렌즈에 의한 상의 왜곡 때문에 격자판의 윗부분으로 갈수록 격자 크기가 더 작아 보이던 것이 ㉣에서 보정되었겠군.

16. 윗글을 바탕으로 <보기>를 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

<보 기>

그림은 [장치]가 장착된 차량의 운전자에게 제공된 영상에서 전방 부분만 보여 준 것이다. 차량 전방의 바닥에 그려진 네 개의 도형이 영상에서 각각 A, B, C, D로 나타나 있고, C와 D는 직사각형이고 크기는 같다. p와 q는 각각 영상 속 임의의 한 점이다.

- ① 원근 효과가 제거되기 전의 영상에서 C는 윗변이 아랫변보다 긴 사다리꼴 모양이다.
- ② 시점 변환 전의 영상에서 D는 C보다 더 작은 크기로 영상의 더 아래쪽에 위치한다.
- ③ A와 B는 p와 q 간의 대응 관계를 이용하여 바닥에 그려진 도형을 크기가 유지되도록 한 평면에 놓은 것이다.
- ④ B에 대한 A의 상대적 크기는 가상의 좌표계를 이용하여 시점을 변환하기 전의 영상에서보다 더 커진 것이다.
- ⑤ p가 A 위의 한 점이라면 A는 p에 대응하는 실제계의 점이 시점 변환을 통해 선으로 나타난 것이다.

17. 문맥상 ㉠의 의미와 가장 가까운 것은?

- ① 그때 동생이 탄 버스는 교차로를 지나고 있었다.
- ② 그것은 슬픈 감정을 지나서 아픔으로 남아 있다.
- ③ 어느새 정오가 훌쩍 지나 식사할 시간이 되었다.
- ④ 물의 온도가 어느점을 지나 계속 내려가고 있다.
- ⑤ 가장 힘든 고비를 지나고 나니 마음이 가뿐하다.

◆ 14년 3월 고3 A형 28~30번

[28 ~ 30] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

스마트폰을 기울여 가며 장애물을 피하는 게임을 해 본 사람은 ‘스마트폰의 움직임이 어떻게 화면에 반영될 수 있을까?’ 하는 의문을 가져 보았을 것이다. 가속도 센서는 이러한 동작 인식에 사용되는 센서 중 하나로 단위시간당 속도 변화를 검출하여 물체의 움직임을 인식하는 장치이다.

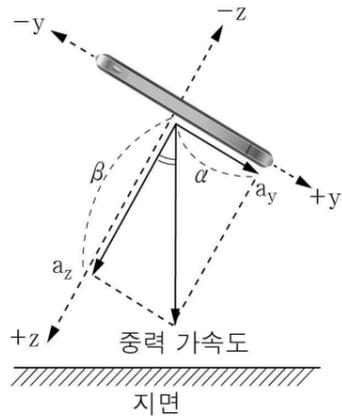


<그림 1>

가속도 센서가 3차원 공간에서의 움직임을 인식하기 위해서는 x, y, z 세 축 방향에서 가속도를 감지할 수 있어야 한다. 이에 착안한 것이 3축 가속도 센서이다. <그림 1>과 같이 스마트폰 기기의 가로 방향을 x축, 세로 방향을 y축, 앞면과 뒷면 방향을 z축으로 하는 3축 가속도 센서의 값은 $\langle a_x, a_y, a_z \rangle$ 와 같이 방향성을 가진 세 요소로 구성된다.

물체는 항상 중력의 영향을 받기 때문에, 가속도 센서로 물체가 움직인 궤적을 파악하려면 중력으로 인한 가속도와 그 외의 힘으로 인한 가속도를 함께 고려하는 복잡한 과정이 요구된다. 그러나 물체가 정지된 상태에서는 중력가속도만 고려하면 되기 때문에, 물체가 정지된 경우를 살펴보는 것이 3축 가속도센서 작동의 기본 원리를 이해하는 데 용이하다.

예를 들어, ① 3축 가속도 센서가 장착된 스마트폰을 지면과 수평인 책상 위에 화면이 위로 가도록 평평하게 놓으면 정지된 상태에서도 중력가속도가 감지되므로 z축의 가속도 센서 값 a_z 는 $9.8(m/s^2)$ 이 된다. x축과 y축은 중력가속도 방향과 이루는 각이 90° 가 되어, x축과 y축의 가속도 센서 값은 0이 된다. 이 상태에서 스마트폰의 기울기를 변화시킨 후 정지된 상태로 두면, z축이 아닌 다른 축의 가속도 센서도 중력가속도를 감지하게 된다. 물론 이 경우에도 중력가속도 방향과 이루는 각이 90° 인 축이 있다면 그 축의 가속도 센서 값은 0이 된다.



<그림 2>

<그림 2>는 3축 가속도 센서가 장착된 스마트폰이 정지된 상태로, x축은 중력가속도 방향에 수직이지만 y축과 z축은 그렇지 않은 경우이다. 이 경우 y축 가속도 센서는 α 의 가속도를, z축 가속도 센서는 β 의 가속도를 감지한다. 즉, 가속도 센서 값 $\langle a_x, a_y, a_z \rangle$ 는 $\langle 0, \alpha, \beta \rangle$ 가 된다.

<그림 2>에서 a_y 와 a_z 의 값은 z축과 중력가속도 방향이 이루는 각에 따라 달라진다. 만일, z축이 <그림 2>보다 중력가속도 방향과 수직에 가까운 상태가 된다면, z축의 가속도 센서 값은 기울기 변화 이전의 상태에서보다 0에 가까운 값이 된다. 또, z축이 <그림 2>보다 중력가속도 방향과 나란한 방향에 가까운 상태가 된다면, z축의 가속도 센서 값은 기울기 변화 이전의 상태에서보다 중력가속도에 가까운 값이 된다. 이러한 방식으로 정지된 상태 각각에서의 가속도 센서 값을 비교하면 기울기 변화 정도를 파악할 수 있다.

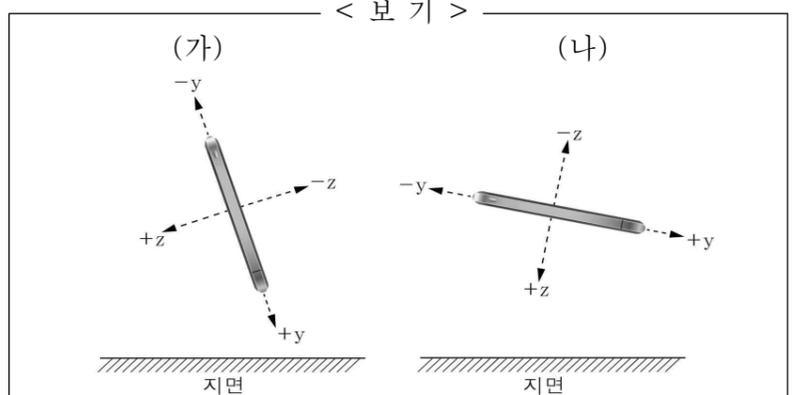
28. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 3축 가속도 센서의 값은 방향에 관한 정보를 포함한다.
- ② 3축 가속도 센서는 물체가 움직이지 않는 상태에서도 작동한다.
- ③ 3축 가속도 센서는 단위시간당 속도 변화를 검출하여 동작을 인식한다.
- ④ 3차원 공간에서의 동작 인식을 위해서는 가속도 센서 축 세 개가 필요하다.
- ⑤ 3축 가속도 센서의 축과 중력가속도 방향이 이루는 각도는 가속도 센서 값과 무관하다.

29. ①과 관련된 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 책상이 지면과 수평이 아니라면 스마트폰을 책상 위에 평평하게 놓아도 z축이 중력가속도 방향과 나란하지 않게 된다.
- ② 책상의 높이를 낮추면 스마트폰과 지면의 거리가 가까워져서 스마트폰에 작용하는 중력가속도가 더 커지게 된다.
- ③ 스마트폰을 기울어진 상태로 놓으면 x, y, z축 중 어떤 것도 중력가속도의 영향을 받지 않게 된다.
- ④ 스마트폰의 옆면을 책상 위에 평평하게 놓으면 z축이 중력가속도 방향과 나란하게 된다.
- ⑤ 화면이 지면을 향하게 놓으면 x축이 중력가속도 방향과 나란하게 된다.

30. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]



- (가), (나) 모두 3축 가속도 센서가 장착된 스마트폰이 정지해 있는 상태로, <그림 2>와 비교할 때 지면을 기준으로 (가)는 스마트폰을 조금 더 세워 놓은 상태이고, (나)는 조금 더 눕혀 놓은 상태이다.
- (가), (나) 모두 x축은 중력가속도에 수직이다.

- ① (가)의 y축 가속도 센서 값은 <그림 2>보다 크다.
- ② (가)의 z축 가속도 센서 값은 (나)보다 작다.
- ③ (나)의 z축 가속도 센서 값은 <그림 2>보다 크다.
- ④ (나)의 y축 가속도 센서 값은 (가)보다 크다.
- ⑤ (가), (나)의 x축 가속도 센서 값은 동일하다.

◆ 18년 11월 고2 28~32번

[28 ~ 32] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

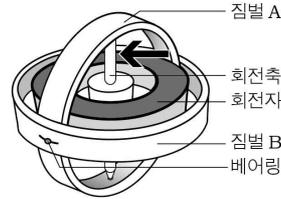
자동 조종 장치는 조종사가 비행 전에 미리 입력한 데이터에 따라 자동으로 비행 경로 및 고도를 유지해 주는 장치이다. 자동 조종 장치에서 관성 항법 장치라고 불리는 감지 센서는, 다양한 비행 상황에 대응하기 위해 비행기의 이동 방향, 이동 거리, 속도 등을 지속적으로 정확하게 측정하는 역할을 한다. 이 장치의 핵심은 가속도 센서와 자이로스코프인데, 이를 통해 측정된 값을 계산하여 운항 정보를 파악함으로써 비행기가 정해진 경로로 운항할 수 있게 되는 것이다.

비행기의 운항 정보를 파악하려면 직선 운동과, 각의 변화가 일어나는 회전 운동인 각운동을 이해해야 한다. 가속도 센서는 비행기의 직선 운동에 의한 방향, 속도, 이동 거리의 변화를 감지하는 장치이다. 비행기는 3차원 공간에서 운동하므로 위치나 이동 정보를 측정하기 위해서는 세 가지 축이 필요하다. 따라서 가속도 센서 역시 세 개가 필요하다. 즉 비행기의 맨 앞부분에서 꼬리까지를 기준으로 한 수평축, 비행기의 한 쪽 날개 끝에서 반대쪽 날개 끝을 기준으로 한 수평축, 비행기 동체의 윗부분에서 수직으로 아랫부분까지를 기준으로 한 수직축에서의 직선 운동을 측정하는 가속도 센서가 각각 필요하다. 예를 들어 비행기가 수평 방향으로만 가속하면서 직진할 때 어떠한 외부의 힘도 작용하지 않는다고 가정한다면, 수평축에서의 직선 운동을 측정하는 가속도 센서가 작동하여 이동 거리와 속도 등을 측정할 수 있다. 그리고 지구상의 모든 물체에는 중력이 작용하므로 수직 방향의 가속도 값은 기본적으로 중력 값을 바탕으로 측정된다.

그런데 가속도 센서는 직선 운동에서의 방향과 거리, 속도만 측정할 수 있고, 비행기가 외부의 힘에 의해 갑자기 기울어지는 것과 같은 각의 변화는 정확히 측정하지 못한다. 운항 중인 비

행기가 좌우로 기울어지는 것은 맨 앞부분에서 꼬리까지를 회전축으로 한 회전 운동이고, 비행기의 머리 부분이 위로 들리거나 아래로 기우는 것은 비행기의 한 쪽 날개 끝에서 반대쪽 날개 끝을 회전축으로 한 회전 운동이다. 그리고 비행기가 좌우로 선회*를 하는 경우는 동체의 윗부분에서 수직으로 아랫부분까지를 회전축으로 한 회전 운동이다. 이와 같은 세 가지의 회전 운동을 측정하기 위해서는 세 개의 자이로스코프가 필요하다.

그렇다면 자이로스코프의 구조와 원리는 무엇일까? 기본적인 자이로스코프의 구조는 <그림>과 같다. 자이로스코프는 팽이



<그림>

처럼 회전 운동을 하는 회전자 1개와, 짐벌 2개로 구성되어 있다. 회전자는 회전축을 중심으로 모터에 의해 고속으로 회전 운동을 하고, 짐벌 A는 회전축의 양 끝을 잡아주며, 짐벌 B와 90도로 연결되어 있다. 짐벌 A와 짐벌 B는 베어링으로 연결되어 있어 짐벌 A와 짐벌 B가 이루는 작은 90도보다 크거나 작아질 수 있다.

한편 자이로스코프는 다음과 같은 두 가지 물리적 특성을 바탕으로 작동된다. 먼저, 회전자가 고속으로 회전 운동을 하기 때문에, 외부로부터 힘이 작용하지 않는 한 회전 관성에 의해 회전축의 방향이 변하지 않는다는 특성이 있다. 이로 인해 회전자의 회전축과 연결된 짐벌 A 역시 어느 방향으로도 기울어지지 않고 균형을 유지하게 된다.

다음으로, 자이로스코프의 축에 외부로부터 힘이 가해지면 힘이 가해진 축이 아닌, 그 축과 90도를 이루는 방향으로 힘이 전달되어 나타난다는 특성이 있다. 예를 들어 들고 있던 팽이가 쓰러지려고 할 경우 팽이체로 팽이의 측면에 힘을 가하면 그 측면과 90도를 이루는 팽이의 회전축으로 힘이 전달되어 회전축이 더 빨리 회전하게 되면서 팽이가 쓰러지지 않고 계속 돌게 된다. 이와 같은 원리로 자이로스코프의 경우 회전자가 고속으로 회전하는 상태이기 때문에 <그림>의 화살표 방향으로 외부의 힘이 가해질 경우 회전축과 90도를 이루는 짐벌 B로 그 힘이 전달되어 짐벌 B가 움직이게 된다. 이때 짐벌 A는 회전 관성으로 인해 균형을 유지하기 때문에 움직이지 않고, 짐벌 B는 외부의 힘에 의해 기울어지게 되므로 짐벌 A를 기준으로 짐벌 B가 이루는 각의 변화가 발생하게 된다. 그러면 정해진 시간 안에 얼마만큼의 각의 변화가 일어나는지 그 가속도를 측정하여 비행기의 기울어진 방향과 정도를 정확하게 파악할 수 있다.

[A]

만약 다른 움직임이 없는 상태에서 비행기가 앞으로만 직선 운동을 한다면, 비행기의 맨 앞부분에서 꼬리까지를 기준으로 하는 가속도 센서가 작동할 것이다. 하지만 하강기류를 만나 비행기의 머리가 아래로 향하면서 속도 변화와 각의 변화를 동반한 운동을 한다면, 가속도 센서는 시간에 따른 속도와 이동 거리의 변화를 측정한다. 그리고 한 쪽 날개 끝에서 반대쪽 날개 끝을 축으로 한 비행기의 회전 운동을 측정하는 자이로스코프가 각의 변화를 감지하게 된다. 이처럼 가속도 센서와 자이로스코프로 측정된 값들을 통해 비행기의 정확한 위치를 파악함으로써 비행기가 원래의 궤도로 @ 돌아오는 데에 도움을 주는 것이다.

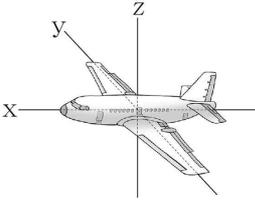
*선회: 항공기가 곡선을 그리듯 진로를 바꿈

28. 윗글의 내용 전개 방식으로 가장 적절한 것은?

- ① 대상의 구성 요소를 기능에 따라 구분하여 설명하고 있다.
- ② 대상의 구조 변화가 초래할 수 있는 결과를 예측하고 있다.
- ③ 대상의 형성과 발달 과정을 중심으로 내용을 전개하고 있다.
- ④ 대상이 지닌 문제점의 원인을 다양한 측면에서 분석하고 있다.
- ⑤ 대상의 유용성과 한계를 지적하여 새로운 전망을 제시하고 있다.

29. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

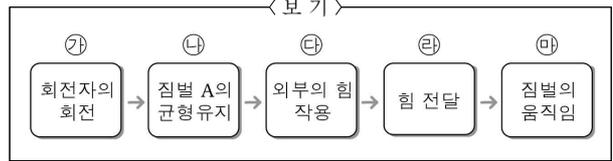
< 보 기 >



현재 비행기는 일정한 속도를 유지하며 x축 방향으로 직선 운동하고 있으며, 이때 관성 항법 장치의 가속도 센서와 자이로스코프는 정상 작동하고 있다.

- ① 비행기의 앞머리가 들리는 경우, y축을 기준으로 한 비행기의 회전 운동을 감지하는 자이로스코프가 각의 변화를 감지하겠군.
- ② 비행기가 좌우로 기울어지는 경우, x축을 기준으로 한 비행기의 회전 운동을 감지하는 자이로스코프가 각의 변화를 감지하겠군.
- ③ 비행기가 오른쪽으로 갑자기 선회하는 경우, z축을 기준으로 한 비행기의 회전 운동을 감지하는 자이로스코프가 각의 변화를 감지하겠군.
- ④ 비행기가 x축 방향으로 수평을 유지한 채 수직으로 하강하는 경우, z축을 기준으로 한 직선 운동을 감지하는 가속도 센서가 이동 거리와 속도를 측정하겠군.
- ⑤ 비행기가 왼쪽으로 선회하면서 속도와 각의 변화를 동반하는 경우, 가속도 센서는 속도 변화를, y축을 기준으로 한 비행기의 회전 운동을 감지하는 자이로스코프는 각의 변화를 감지하겠군.

30. <보기>는 윗글의 [A]를 도식화한 것이다. 윗글을 참고하여 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① 특별한 힘이 작용하지 않으면 ㉠에서 회전축의 방향은 변하지 않겠군.
- ② 짐벌 A의 양끝이 회전축에 연결되어 있지 않다면 ㉡가 일어나지 않겠군.
- ③ ㉠에서 일어나는 회전축의 회전은 ㉤의 작용이 있어야만 계속될 수 있겠군.
- ④ ㉣로 인해 발생한 ㉤는 회전축과 90도를 이루는 짐벌 B에 영향을 미치겠군.
- ⑤ ㉣에서의 외부 힘으로 인해 ㉤에서는 짐벌 A와 짐벌 B가 이루는 각이 변화하게 되겠군.

31. 윗글을 참고하여 <보기>의 ㉠ ~ ㉣에 들어갈 말로 적절한 것을 고른 것은?

< 보 기 >

가속도 센서가 부착된 외발 자전거를 타고 직선으로 달릴 때 정확한 움직임을 변화할 측정하기 위해서는 수평 방향의 측정값뿐 아니라 수직 방향에 작용하는 (㉠)도 고려해야 한다. 한편 페달을 밟으면 바퀴가 돌아가는데 이때 바퀴의 중심은 (㉡)이 된다. 이후 일정 속도 이상이 되면 페달을 밟지 않아도 바퀴의 (㉢) 때문에 자전거는 계속 앞으로 나아갈 수 있다.

- | | | | |
|---|------|-----|-------|
| | ㉠ | ㉡ | ㉢ |
| ① | 중력 값 | 회전축 | 회전 관성 |
| ② | 중력 값 | 회전자 | 회전 관성 |
| ③ | 중력 값 | 회전자 | 직선 운동 |
| ④ | 각속도 | 회전축 | 회전 관성 |
| ⑤ | 각속도 | 회전축 | 직선 운동 |

32. 밑줄 친 단어의 문맥적 의미가 ㉠와 가장 유사한 것은?

- ① 추석이 돌아왔다.
- ② 그는 고향으로 돌아왔다.
- ③ 이제 나의 발표할 차례가 돌아왔다.
- ④ 노력한 만큼 대가가 돌아오는 법이다.
- ⑤ 우리는 돌아오는 휴일에 등산을 갈 것이다.