

「버스카드」의 원리

예전에는 시내버스를 이용하기 위해서는 현금, 토큰 또는 승차권을 가지고 있어야만 했다. 하지만, 지금은 버스카드라는 것이 있기 때문에 일일이 승차권이나 동전을 준비하지 않아도 편리하게 버스를 이용할 수 있게 되었다. 최근의 버스들은 대부분 일반 승차권이나 정액권 대신 "교통카드(버스카드)"를 사용하고 있다. 이는 일정 금액을 미리 내고 카드에 충전한 후 버스를 이용할 때마다 버스 내에 설치된 단말기에서 선불된 버스 이용금액을 차감시켜나가는 방식이다. 이렇게 함으로서 잔돈 계산에 신경 쓸 필요가 없을 뿐만 아니라, 귀찮게 지갑에서 꺼내지 않고도 그냥 지갑 채 갖다 대기만 하면 처리가 된다. 심지어는 핸드백이나 가방 깊숙이 넣어 두어도 요금 처리가 가능할 정도여서 매우 편리하게 사용할 수 있다. 그렇다면 어떻게 카드를 갖다 대기만 해도, 심지어 지갑 속의 카드까지도 인식하여 처리하는 것일까? 이제부터 그 궁금증을 풀어볼까 한다.



〈 서울 도시형 BLUE 버스 〉

○ 정보전송의 방식

교통카드를 처음 보았을 때는 이것이 무슨 바코드의 일종이 아닐까 생각하게 된다. 슈퍼마켓의 계산대에서 상품을 갖다 대기만 해도 가격이 입력되는 장치와 무슨 연관이 있지 않을까 생각한 것이다. 그러나 카드에는 바코드가 인쇄되어 있지 않다. 게다가 바코드라 하면 정보를 읽어올 수단 있지 카드에 저장된 요금을 수정할 수는 없다. 그러므로 버스카드에는 바코드와는 조금 다른 무언가의 기술이 사용된 것이 틀림없다. 그것은 바로 '무선주파수 확인'기술이다. 쉽게 말해서 전파를 이용해 카드 내부의 IC칩과 단말기 간에 교신이 이루어지도록 한 것이다. 이 기술은 "RFID(Radio Frequency IDentification)"라 불린다. 유래를 보면 원래 이 기술은 세계 1차 대전 때 개발된 것으로서, 적군과 아군 비행기를 구분하기 위해서 사용되었다. 아군 비행기마다 최초의 교통카드(?)라 할 수 있는 RFID를 설치하여 지상의 미사일 기지와 끊임없이 전파 교신을 통해 이 전파에 제대로 응답해오는 비행기만 아군으로 판단하여 공격하지 않았다고 한다.



○ 일반 신용카드와의 다른 점

버스카드는 사람들이 일반적으로 사용하는 신용카드와는 방식에 있어 큰 차이가 있다. 신용카드의 경우, 검은색 띠가 존재하지만 버스카드에서는 이러한 띠를 볼 수 없다. 신용카드에 있는 검은색의 띠는 일종의 자석으로서, 자화가 어떤 방향으로 이루어 졌는가를 읽어 들여 정보를 확인할 수 있다. 만약 버스카드가 이러한 접촉식 카드 방식으로 되어 있다면, 버스를 이용할 때마다 저장된 금액을 계속 차감하는 작업을 해야 하므로 매우 불편할 것이다. 또한 이러한 접촉식 카드는 자기 띠 방식이므로 자석 등에 가까이하면 저장된 정보가 쉽게 지워질 수 있고, 오랫동안 사용하면 마찰로 인해 검은 띠가 손상될 수도 있다.

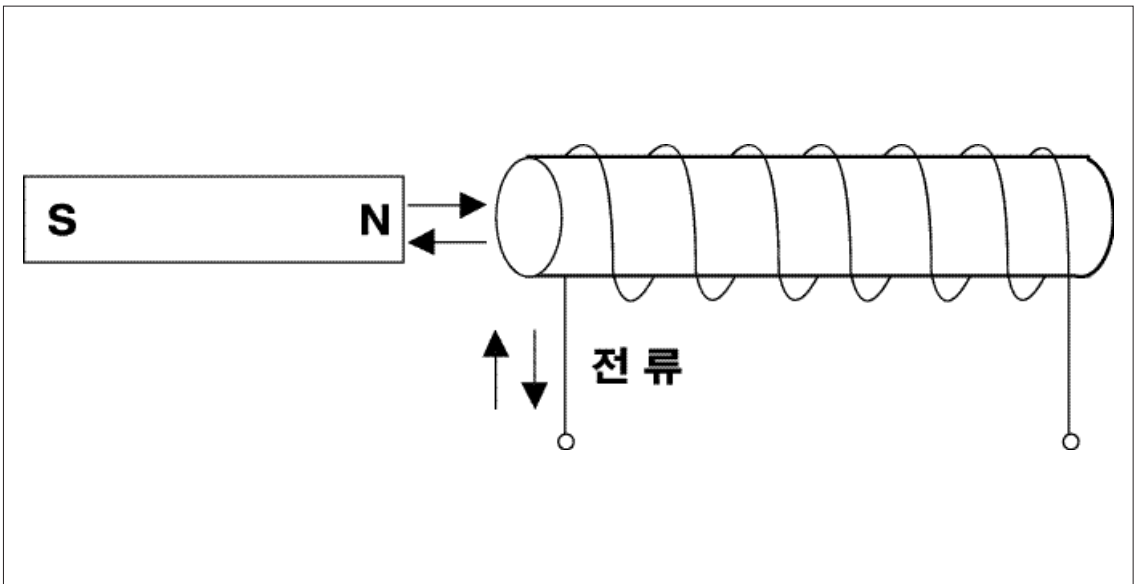
버스카드 내에는 새끼손가락 손톱보다도 작고 얇은 반도체 칩이 들어 있다. 버스카드를 햇빛 쪽을 향하여 들고 바라보면 작은 사각형의 모습이 비치는 것을 볼 수 있는데 이것이 바로 반도체 칩이다. 이 반도체 칩의 역할은 첫 번째는 금액관리이다. 충전이라는 작업을 통해 일정금액에 대한 정보를 저장하고, 버스를 이용할 때마다 저장된 정보의 내용을 계속해서 변화시키는 것이다. 두 번째는 정보 전송이다. 위에서 말한 접촉식 카드와는 달리 버스카드는 비접촉식 카드이다. 버스에 설치된 단말기 근처에 카드를 가져다 대면

단말기는 버스카드 안의 반도체 칩이 보내오는 정보를 재빨리 읽어 들여 버스요금을 차감한 후 그 결과 값을 다시 카드 칩에 보내주게 된다. 그러면 카드 내부에 자리 잡고 있는 칩은 기존의 요금정보를 버리고 새로 차감된 요금정보로 바꾸어 저장하게 된다. 이러한 정보 전달은 자기띠를 사용하고 있는 일반 신용카드와는 달리, 모두 전파를 통해 이루어지게 되며 이것은 방송국에서 보내온 전파를 라디오가 수신하여 음악을 들을 수 있는 원리와 매우 비슷하다 할 수 있다. 단지 버스카드는 방송국처럼 전파가 멀리가지 못한다는 차이만 있을 뿐이다.

○ 버스카드 내부 회로의 전원 공급

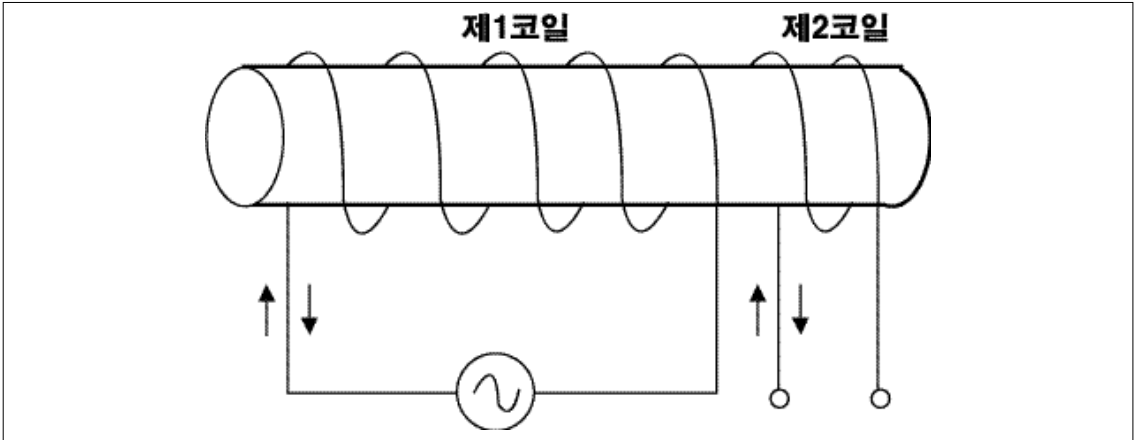
반도체 칩을 동작시키고 전파를 통해 정보를 주고받기 위해서는 전기를 사용해야 한다. 하지만, 버스카드 내부에는 건전지가 없다. 만약, 버스카드 내에 전지가 있다면 우리는 휴대폰처럼 자주 충전을 시켜주거나 주기적으로 건전지를 갈아주어야 할 것이다. 하지만 버스카드는 그럴 필요가 없다. 버스카드 충전이란 반도체 칩 내부의 금액에 관련된 정보를 변경시키는 것이지 전기를 충전시키는 것은 아니다. 그렇다면, 버스카드가 건전지 없이 전기적으로 동작할 수 있는 원리는 무엇일까?

답부터 말하자면, 버스카드 내부에는 카드 단말기로부터 나오는 전기적 신호를 받아들여 카드와 통신할 때 회로에 필요한 전류를 만들어낼 수 있는 시스템을 갖추고 있기 때문이다. 카드가 단말기와 가까워지게 되면 카드 내부에 설치되어 있는 코일에서 기전력이 발생되어 건전지가 있는 것과 같은 효과를 얻게 된다. 이러한 전기발생 원리에는 몇 가지 전기적인 법칙들이 숨어 있다.



<그림 1>

〈그림 1〉과 같이 철심에 코일을 감고 코일의 양쪽 끝을 전류계에 연결한 뒤, 자석을 코일 쪽으로 움직이면 자석으로부터 나오는 자력선은 코일과 교차하게 되고, 각각 코일을 자르는 자력선의 움직임은 전자를 이동시켜 코일에 전류를 흐르게 한다. 이렇게 코일이나 도선 주위의 자기장이 변화할 때 코일이나 도선에 전류가 발생하는 현상을 '전자기 유도현상'이라 하며, 패러데이가 최초로 발견하였다고 하여 이를 「패러데이 법칙」이라 부른다.



〈그림 2〉

위에서 말한 것처럼 반드시 자석을 움직이지 않더라도, 코일에 교류전압 등을 인가하여 자기장의 크기를 계속해서 변화시켜 준다면 마찬가지로 근접한 코일에 전기를 발생시킬 수 있다. 〈그림 2〉와 같이 전기적으로 각각 분리되어 있는 제1코일과 제2코일을 근접시킨 후 제1코일에만 교류 전압을 인가할 경우, 교류는 시간에 따라 전압이 계속해서 변하므로 제1코일 주위에는 시간에 따라 변화하는 자기장이 생기게 된다. 이렇게 되면 제2코일에도 이 자기장의 영향이 미쳐 〈그림 1〉과 같이 마찬가지로 유도전류가 발생하게 된다.

버스카드르는 바로 이와 같은 원리를 이용하여 동작하게 되며, 버스 내부에 설치된 단말기에서는 위 〈그림 2〉의 제1코일과 같은 변화 자기장을 계속해서 발생시켜주고, 또한 버스카드 내부에는 제2코일과 같은 미세한 코일이 내장되어 있어 단말기 가까이로 가져가면 코일에 유도전류가 발생되고 회로 동작을 위한 전력을 얻을 수 있게 된다. 즉, 버스카드와 단말기는 서로 떨어져 있지만 적당한 거리 내에만 들어온다면 아무 문제없이 서로 정보통신이 가능하다는 것이다. 이때 발생하는 전력은 아주 미약하지만 반도체 칩을 동작시키기에는 아주 충분한 양이다.

이러한 버스카드와 같은 RFID를 이용한 비접촉식 방식은 버스카드뿐만 아니라, 신분증 등에도 이용되어 출·퇴근의 관리, 그리고 영화에서 보면 출입이 통제된 건물에 들어 가기위한 용도 등으로도 사용되고 있으며, 이 외에도 여러 분야로 응용되어 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.