전자파 Essay

初老의 回想記

조 영 기

경북대학교 전자공학부

나는 비가 올 듯한 어느 흐린 오후에는 누추하고 어두운 막걸리 집에 앉아 있을 것이다. 어느 시인의 넋두리처럼. 그리고 막걸리가 어느 정도 되면 젊은 시절 선호했던 이야기들이나 마음에 와 닿았던 시구나 아니면 부쩍 나이를 먹어가면서 무척 미흡했다고 느껴졌던 삶의 내용들의 일부에 대하여 가까운 분들과 (예를 들어) 다음과 같은 이야기들을 안주 삼아 술을 마셔 왔다.

Ⅰ. 기본 안주 Set 1

권투사에 관련된 잊혀지지 않는 젊은 시절의 이야기 하나. 1970년대 말과 80년대 초 멕시코를 포함하는 남미 쪽에서 유독 밴텀이나 페더와 같은 경량급에서 걸출한 강타자들이 나오기 시작해서 많은 권투 팬을 열광케 했다. 그러한 역사의 시점에 루벤 올리바레스(Ruben Olivares)가 있었다. 총전적 105전 89승 13패 3무(79KO)를 기록하고 밴텀급과 페더급 세계 챔피언을 지냈으며, 멕시코인들의 폭넓은 사랑을 받아온 그는 젊은 시절 권투시합을 마치고 어느 기자와의 인터뷰에서 “나는 상대방을 KO 시키려고 노력하지 않는다. 다만, 상대방이 KO 될 뿐이다.”라는 패기 넘치는 말을 남겨 모든 젊은이들의 우상이 되었다(2005年 6月 28日 字 경북대 교수회보 31호 교수회 사랑방 칼럼에는 자라테의 인터뷰 내용으로 잘못 표기되어 있음). 곧 이어서 멕시코의 젊은 경량급의 두 강타자에 대한 애칭으로 Z-boys의 시대가 열린다. 자모라와 자라테 두 선수가 그들이었다. 그리고 뒤이어 살바도르 산체스가 등장했다. 멕시코 중산층의 비교적 유복한 가정에서 태어난 그는 어린 시절, 유약한 어린아이였으나, 운동 특히 복싱에 뛰어난 자질을 보이며 프로전적 20전도 채우기 전에 세계 경량급 복싱계를 석권하면서 엄청난 인기를 누린다. 그러나 신은 이렇게 축복받은 한 젊은이에게 많은 것을 허하지 아니하셨다. 1982년 8월 12일 비보가 날아든다. 화려한 복싱에 못지않게 준수한 용모와 성실한 모습으로 우리에게 다가왔던 그 젊은이가 교통사고로 우리 곁을 떠난 것이다. 강력한 펀치를 포함한 완벽한 공수 패턴을 지니고 있던 그가 오랫동안 Ring을 석권하리라 믿어 의심치 않았다. 당시 산체스는 멕시코 국립 의과대학의 2학년에 재학 중이라는 이야기도 들려오기도 했었다. 이 젊은이는 우리들을 매료했고, 우리들은 한 없이 열광했으며, 이러한 것들은 오랫동안 지속되리라 믿었다. 허나 잠시였다.

필자는 어린 시절 지금은 고인이 되신 아버님으로부터 전해 들었던, 일제 강점기 때 이름을 떨쳤던 권투선수였던 “정복수”라는 존함을 아직도 생생하게 기억하고 있다. 아버님께서도 어린 시절 정복수 선수의 권투 훈련 모습을 가끔 보았다고 하셨다. 마포 근처 어디쯤이라고 했다. 권투 훈련 시설이라고는 허름한 권투 백 하나 정도였는데, 양 혹을 가격할 때면 그 육중한 권투 백이 믿기지 못할 정도로 크게 흔들렸다고 한다. 일제 강점기 시절이었기 때문에 정복수 선수가 일본 선수와 대전하여 통쾌한 승리를 거둘 때마다 관중들의 환호는 대단했으며, 인기 또한 말로 표현하기 힘들 정도라고 했다. 한번은 인도의 유명한 권투 선수가 한국으로 와서 정복수 선수와 치열한 난타전을 벌인 후 KO로 패했던 적이 있었는데, 경기가 끝나고 의식을 회복한 그 인도 선수는 만주를 거쳐 시베리아 철도를 타고 본국으로 돌아가는 길에 뇌출혈로 세상을 떴다고 했다. 아마도 1930년대 중 후반이 아닌가 싶다. 그리고 정복수 선수는 매우 쓸쓸한 말년을 맞이했다고 했다.

모든 삶의 이야기는 땀 냄새가 배어 있었고, 투박하고 진솔했으며 아름답고 장엄하면서도 삶의 허무함도 배어 있었다.

Ⅱ. 기본 안주 Set 2

1927년 어느 날, 경부선 보통역인 옥천역을 출발한 증기기관차는 경성역을 향해 검은 연기를 내뿜으며 힘차게 달리고 있었다. 이 열차에는 신장 158센티미터에 몸무게 58킬로그램의 왜소한 체격에 검은 두루마기를 입은 스물여섯 살 청년이 창가에 앉아 멀어져 가는 고향 땅을 슬픈 시선으로 바라보고 있었다. 차창 밖으로 지나가는 일제 강점기 모국의 산하와 마을은 변함없이 정겹게 그를 배웅했지만, 고향 떠나는 그의 마음은 쓸쓸했다. 그는 4년 전인 1923년 휘문고보 장학생으로 일본 교토의 도시샤 대학 예과로 유학을 떠났다. 세계 문학은 분명 그의 지적 호기심을 충족시켰지만, 마음속에는 고향집 가족에 대한 그리움이 늘 떠나지 않았다. 짚 베개를 돋우어 괴시는 아버지와 귀밑머리 날리는 어린 누이 그리고 사철 발 벗고 농사일하는 아내에 대한 안쓰러운 마음이 눈가 귓가에 사무쳤다. 이윽고 청년은 먹먹해진 가슴을 달래기 위함인 듯 가방 속에서 만년필과 원고지를 꺼내 시를 쓰기 시작했다.

(이 글은 KTX magazine 2월초에 소개된 정지용 선생 관련 글에서 발췌한 내용임.)

넓은 벌 동쪽 끝으로
옛 이야기 지줄 대는 실개천이 휘돌아 나가고

— 중략 —

엷은 졸음에 겨운 늙으신 아버지가
짚 베개를 돋아 고이시는 곳,
그곳이 차마 꿈엔들 잊힐리야,

— 중략 —

아무렇지도 않고 예쁠 것도 없는 사철 발 벗은 아내가
따가운 햇살을 등에 지고 이삭 줍던 곳,

— 중략 —

그곳이 차마 꿈엔들 잊힐 리야.

이 시는 박인수와 이동원의 노래로 널리 사랑을 받기도 했지만, 필자는 이 시를 대할 때마다 특히 시구 중에서 정지용 시인이 마음속에 있는 아내를 “아무렇지도 않고 예쁠 것도 없는 사철 발 벗은 아내”라고 표현한 부분을 대할 때마다 “사랑하는 아내에 대한 안쓰러운 시선을 어찌도 이렇게 절제된 언어로 시인의 가슴속에 소중하게 담아 두었을까?” 하는 감동을 지울 수가 없었다. 박완서 선생님께서도 살아 생전에 어느 방송에 나와서 이 부분의 표현에 대하여 매우 감동적으로 말씀하셨던 기억이 아직도 새롭다. 동트기 전 새벽부터, 헛기침을 하시며 농사일 밭일 나가시는 아버님 생전 동안에, 그리고 사철 발 벗은 아내가 따가운 햇살을 등에 지고 이삭 줍고 있을 때 대체 우리는 무엇을 해왔단 말인고?

Ⅲ. 기본 안주 Set Ⅲ
(소주 한 병 공짜 추가 제공)

학생들에게 vector를 어떻게 가르칠까? 이공계 공부 특히 전자기학이나 역학분야에서 매우 중요한 vector 개념에 대하여 오랫동안 대학 강단에 서 왔던 필자로서, 학생들에게 유익한 교안으로서 전해주고 싶은 내용을 논의하고자 이 글을 작성해 본다. 벡터에 관한 정의(definition)로는 다음과 같이 두 가지가 있다.

첫째, 고교 물리나 대학 물리에서 사용되는 벡터에 관한 기초적인 설명으로서 크기와 방향을 갖는 물리량으로 소개되기도 하고,

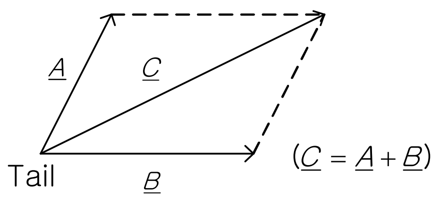
둘째, 진일보한 개념적 설명으로는, 벡터란 벡터를 평행 이동하여도 평행 이동하기 이전의 벡터와 동일하며, 또한 좌표 측을 회전한 후, 즉 회전 변환 후의 벡터 $(A_{x'}a_{x'}+A_{y'}a_{y'})$와 좌표축을 회전하기 이전 즉, 회전 변환 전의 벡터 $A_x\underline{a_x}+A_y\underline{a_y}$가 동일해야 하므로 $A_{x'}\underline{a_{x'}}+A_{y'}\underline{a_{y'}}=A_x\underline{a_x}+A_y\underline{a_y}$가 성립해야 한다. 여기에서 설명의 편의상 Z축을 회전축으로 하여 회전하는 단순한 경우를 다루었는데, $(\underline{a_{x'}},\ \underline{a_{y'}})$는 좌표축을 회전한 후의 각 성분별 단위 벡터이고, $(A_{x'},\ A_{y'})$는 각 벡터 성분을 의미한다. 이러한 동일성이 성립하려면 $(A_{x'},\ A_{y'})$는 변위벡터(displacement vector)와 동일한 회전 변환 법칙을 만족해야 하므로, $A_{x'}=A_x\cos\theta+A_y\sin\theta$,

$A_{y'}=-A_x\sin\theta+A_y\cos\theta$로서 주어지는 변환 공식을 만족해야 한다. 물론 $(A_x,\ A_y)$는 회전 변환 전의 벡터 A의 x 및 y 성분을 의미한다. 이러한 두 번째 설명 방식은 tensor 해석 분야와 일반화된 vector 공간개념이나 힐버트 공간을 포함한 함수 공간 개념으로도 확장할 수 있다는 점에서 큰 의미가 있다.

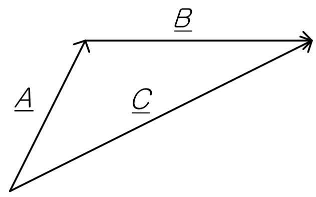
두 속도와 같은 두 벡터의 합산을 평행사변형 도형을 사용하여 구하는 방법에 대한 논의는 고대 그리스의 문헌에도 눈에 뛰기도 하였으며, 두 힘과 같은 벡터의 합산을 평행사변형 법을 사용하여 구하는 방식은 16세기와 17세기에 적잖이 알려진 상태였고, 19세기쯤에는 공학적인 논문 수준에도 적용되었다고 한다. 그리고 근대의 벡터 개념이 태동되는 데는 독일의 Gottfried Wilhelm Leibniz(1646～1716)의 역할이 작지 않았다고 한다. 그러나 vector 개념의 본격적인 발전은 Dublin의 Sir William Rowan Hamilton(1805～1865) – 윌리엄 르완 해밀톤 경이 복소수의 기하학적인 표현 개념을 이용하여 표현하고자 했던 사원수(Quaternion)를 고안해 가는 과정을 거쳐 미국의 Josiah Willard Gibbs(1839～1903)와 영국의 Oliver Heaviside(1850～1925) 두 사람에 의하여 현재 널리 사용되는 벡터 개념으로 발전되어 왔다. 또한 현재의 Maxwell 방정식으로 알려져 있는 수학적 벡터 표현식은 상당부분 Heaviside에 의한 노력의 결과임을 잊어서는 안 된다.

지금부터 본론으로 들어가 보자. 우리가 고교와 대학시절에 두 벡터의 합산을 구할 때 사용했던 두 가지 방법, 즉 평행사변형 법칙 (Parallelogram rule)과 Head-to-tail 법칙으로 다시 돌아가 생각해 보기로 한다.

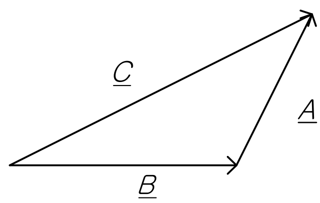
[그림 1]에서와 같이 두 벡터 $\underline{A}$와 $\underline{B}$의 tail이 동일한 점에 놓인 경우에는 평행사변형 법칙을 사용하여 ($\underline{C}=\underline{A}+\underline{B}$)를 구하고, 이와 달리 $\underline{B}$ 벡터를 [그림 2]에서와 같이 위쪽으로 평행 이동하여 $\underline{A}$ 벡터의 head와 $\underline{B}$ 벡터의 tail을 동일한 위치에 놓이도록 한 후에 $\underline{A}$ 벡터의 tail과 $\underline{B}$ 벡터의 head를 연결하여 $\underline{C}=(\underline{A}+\underline{B})$벡터를 구할 수도 있다. 또한, [그림 3]에서와 같이 $\underline{A}$ 벡터를 오른쪽으로 평행 이동하여 $\underline{C}$ 벡터를 구할 수도 있다. 여기에서 잠시 평행이동의 의미를 살펴보자. 그리고 우리가 늘 이야기하듯이 벡터가 크기와 방향을 갖는 量(량)이라고 할 때 방향의 의미는 무엇일까? 이러한 방향의 의미를 살펴보기 위하여 전자기학에 나오는 전



[그림 1]



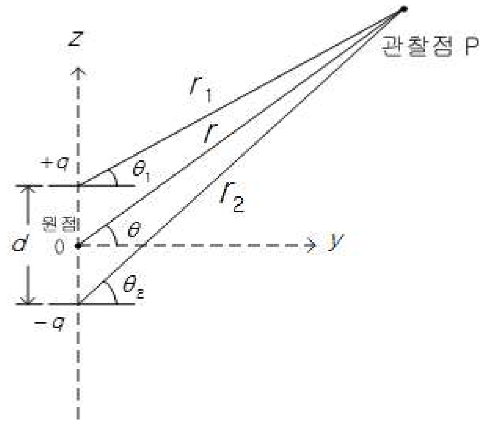
[그림 2]



[그림 3]

기 쌍극자를 예를 들어서 설명해 보기로 한다. 아래 [그림 4]에서와 같이 Z 축상에 $Z=d/2$인 곳에 $+q$의 전하가 있고, $Z=-d/2$인 곳에 $-q$의 전하가 위치해 있는 구조로서 구성된 전기 쌍극자(electric dipole)를 생각한다. 그림에서 전기 쌍극자 벡터 $\underline{P}$를 표현하면 $\underline{P}=\underline{a_z}qd$(여기에서 $\underline{a_z}$는 z 방향의 단위벡터)가 되는데, 전기 쌍극자 벡터 $\underline{P}$에 대한 보다 일반적인 표현식인 $\underline{P}=\int_v \underline{r'}\rho dv'$을 사용하여 $\int_v \rho dv'=0$인 간단한 경우, 즉 양의 전하량과 음의 전하량이 동일한 경우 전기 쌍극자 벡터 $\underline{P}=\int_v \underline{r'}\rho dv'$는 좌표 원점이 어디에 있던지 상관없이 동일하게 표현된다는 것을 증명할 수가 있다.

먼저 $\underline{P}$를 $\underline{P}==\int_v \underline{r'}\rho dv'=\int_v (\underline{r'}-\underline{r_0})\rho dv'+\underline{r_0}\int_v \rho dv'$로 표현하면 $\int_v \rho dv'=0$이므로 $\underline{P}=\int_v \underline{r'}\rho dv'=\int_v (\underline{r'}-\underline{r_0})\rho dv'$이 되어 좌표계의 원점을 $\underline{r_o}$로 옮긴다고 해도 원래의 $\underline{P}=$



[그림 4] 전기 쌍극자 (electric dipole)

$\int_{v'} \underline{r}' \rho dv'$ 값과 동일하므로, $\underline{P}$ 벡터를 정의할 때 사용된 좌표계에 상관없이 동일한 $\underline{P}$ 벡터임을 확인할 수 있다. [그림 4]의 전기 쌍극자는 지금까지 살펴본 $\underline{P}$ 벡터 표현식에서 $\int_{v'} \rho dv'=0$가 되는 예 중에서 가장 간단한 예를 들어본 것이다.

[그림 4]에서 조금 더 생각해 볼 내용이 있다. [그림 4]에서 관찰점 P가 원점 0에서 충분히 멀리 떨어져 있다고 가정하면, (편의상 P점은 $y \sim z$ 평면상에 있다고 하자) $r_1 // r // r_2$가 되어 $r \rightarrow \infty$인 극한에 있어 r_1, r과 r_2가 y축과 이루는 각 θ_1, θ 그리고 θ_2가 모두 $\theta_1 = \theta = \theta_2$가 되어 관찰점 P의 방향은 어느 지점에 관계없이, 즉 $+q$가 있는 위치나 $-q$가 있는 위치나 원점 0의 위치에 관계없이 모두 θ로서만 주어짐을 알 수 있다.

바로 이것이 벡터의 정의에서 크기와 방향을 이야기할 때의 방향에 관한 정의인데, 다시 정리하면 여기에서의 방향이란 어느 지점에 관계없이 즉 좌표 원점을 어디에 잡던지 간에 상관없이 오직 방향만 기술한다는 점이다. 관찰점 P가 좌표 원점에서 충분히 멀리 떨어져 있는 경우, r_1과 r_2가 평행하게 되어 (예를 들어 [그림 4]에서) 관찰점 P의 위치를 나타내는 방향은 사용하는 좌표 원점과 상관없이 θ만으로 표현된다는 것이다. 이러한 상황은 안테나 공학에서 배열 안테나의 복사 패턴을 그릴 때의 복사 방향을 나타내는 각도가 사용된 좌표계의 원점의 위치에 관계없이 표현됨을 반추해 보면 더욱 명확해진다. 한편, Feynman 선생은 Lectures on physics, vol.1, chapter 11의 vector 강의에서 벡터(뉴턴의 법칙에서 힘에 해당되는)는 좌표축의 평행이동이나 회전 변환을 해도 vector가 원래 지니고 있는 크기와 방향은 물리량으로서의 동일성(invariance or symmetry로 표현)을 유지한다는 중요한 직관적 성질을 강조하면서, 뉴턴의 법칙에 들어가는 가속도가 위치(좌표)의 시간에 대한 2차 미분을 포함하고 있기 때문에 사용되는 좌표에 상관없이, (원점을 어디로 선택하든지 간에) 힘에 대한 뉴턴 법칙의 벡터 표현식이 그대로 성립함을 보였는데, 앞에서 필자가 설명했던 바와 같이 벡터 정의 과정에서 등장하는 크기와 방향에서 방향의 경우, 사용되는 좌표계의 원점과 상관없이 정의되는 물리적 상황과 함께 벡터의 성질을 이해하는 것이 더욱 유익하지 않을까 생각해본다. 이 문제에 대하여는 필자와 우리 전자파학회 회원 간의 자유로운 논의를 통해서 보다 유익한 견해를 만들어 나갈 수 있기를 기대해 본다. 이미 앞에서 다루어 본 바와 같이, 두 벡터 합산의 경우 평행사변형 법칙과 Head-to-tail 법칙이 있는데, Head-to-tail 법칙의 경우 [그림 2]와 [그림 3]에서와 같이 벡터 $\underline{B}$를 평행이동하든가 또는 벡터 $\underline{A}$를 평행 이동하여 $\underline{C} = (\underline{A} + \underline{B})$를 구할 수 있는데, 이러한 경우에 순서에 관계없이 동일한 결과인 $\underline{C}$ vector를 준다는 것은 무슨 의미일까? 앞의 [그림 1]에서 두 벡터 $\underline{A}$와 $\underline{B}$는 힘(force)일 수도 있고, 속도(velocity)일 수도 있으며, 앞에서 다른 전기 쌍극자 vector일 수도 있다. 그런데, [그림 2]와 [그림 3]에서와 같이 그러한 다양한 벡터량들이 마치도 우리가 $\underline{A}$와 같은 방향으로 $|\underline{A}|$의 거리만큼 도보로 움직이고, 계속해서 $\underline{B}$와 같은 방향으로 $|\underline{B}|$의 거리만큼 도보로 이동하거나([그림 2]와 같이) 또는 순서를 바꾸어서([그림 3]과 같이) 이동하건 간에 최종적인 위치가 $\underline{C}$ 방향으로 $|\underline{C}|$만큼의 거리로 움직인 결과와 동일하다는 이야기다. 이는 무엇을 의미하는가? 그 많은 다양한 벡터들의 두 벡터의 합이 두 변위 벡터의 합과 같이 주어진다는 내용이다. 따라서 모든 다양한 내용의 벡터 $\underline{F}$들을(그것이 벡터량이라면) 변위 벡터 $\underline{r}$을 사용해서 $\underline{F} = k\underline{r}$로서 표현되어 질 수 있으며, 이러한 이유로 벡터를 화살표(arrow)로서 표시할 수 있게 되는 것이다. 따라서 벡터로서의 화살표(길이와 방향을 갖는)만 표시되면, 사용되는 좌표계에서 각 성분들을 단순히 구하기만 하면 되기 때문에 어떠한 좌표계가 사용되든지 간

에(즉, 원점이 어디 있든지 간에) unique한 좌표계는 없다는 것이다. 물론 회전 변환의 경우에도 벡터 $\underline{F}$의 변환방식이, 앞의 논의로부터 알 수 있듯이, 변위 벡터 $\underline{r}$의 변환방식과 동일해야 $\underline{F}$가 vector가 될 조건을 만족한다는 이야기다.

결어로서 정리하면 이러하다. 돌아보면 그리움과 회한뿐일 것이라고. 뛰어난 권투선수는 자신에게 부끄럽지 않은 game을 위하여 거의 병적으로 땀을 흘린다. 그리고 누군가를 진정 사랑하면 아마도 정지용 선생처럼 건강하게 아픈 언어를 간직하게 될지 모른다. 진정한 선생(교수)은 강의 중에 아마도 학생들의 맑은 눈을 바라보기 힘들지도 모른다. 그리고 현재 우리는 대학과 사회의 부적절하고 헛된 세태에 엄청나게 지쳐있거나, 아니면 터무니없는 생존방식의 진화를 거쳐 미물이면서 동시에 괴물로 변해가고 있을지 모른다. 늘 한국전자파학회의 의미 있는 사회적 역할을 기대하며 기원한다.

≡ 필자소개 ≡

조 영 기

1978년: 서울대학교 전자공학과 (공학사)

1981년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1998년: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)

2008년: 한국전자파학회 회장

1981년~현재: 경북대학교 IT대학 전자공학부 교수

[주 관심분야] 전자기 산란 및 복사, 주기 구조, 안테나 이론