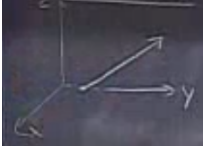


MIT OCW Cok Degiskenli Calculus - Ders 1

Bir vektor 1) yon 2) buyukluk (magnitude) bilgisini tasiyan bir olcumdur.



Uc boyutlu bir ortamda x,y,z eksenleri uzerinden ustteki gibi bir vektor cizebildirdik. Bu vektor (ok istikametinde) bir yonu gosteriyor, bir buyuklugu de var. Vektoru bu eksenler icinde cizince, o vektoru her eksendeki yansimasina gore temsil edebilirim demektir; x yonunde ne kadar degisim var, y yonunde ne kadar var, vs. gibi.

Sembolik olarak harfin uzerinde bir ok isareti, mesela \vec{A} gibi, bize elimizdeki degiskenin bir vektor oldugunu hatirlatmak icindir. Bazi kitaplarda ok yerine sembol sadece koyu renkli olarak gosterilmis olabilir, bunu tarihi sebepleri var, cunku matbaa baskisinda eskiden koyulugu (bold) yapmak kolaydi, ok isaretini yapmak zordu.

Bir vektoru birim vektorler uzerinden temsil etmek mumkundur, mesela

$$\vec{A} = a_1\hat{i} + a_2\hat{j} + a_3\hat{k}$$

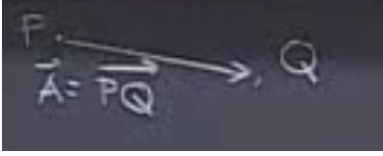
ki birim vektorler tek bir eksen uzerinde tek birimlik bir adimi temsil ederler. Mesela \hat{i} , x eksen uzerinde 1 adimlik bir buyukluktur, digerlerinde degisim sifirdir, $\hat{i} = \langle 1, 0, 0 \rangle$. Notasyonun isleyip islemedigine bakalim, eger $\langle 2, 3, 5 \rangle$ vektorunu temsil etmek isteseydik, bunu $2 \cdot \langle 1, 0, 0 \rangle + 3 \cdot \langle 0, 1, 0 \rangle + 5 \cdot \langle 0, 0, 1 \rangle$ ile yapabilirdik. Toplam $\langle 2, 3, 5 \rangle$ verecekti.

Hazir bahsetmiskem, diger vektor notasyonu

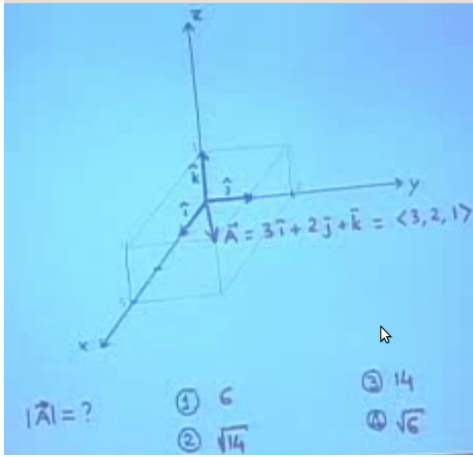
$$\vec{A} = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle$$

Vektor buyuklugu $|\vec{A}|$ ile gosterilir, ki $|\cdot|$ isareti kesin deger (absolute value) notasyonu ile aynidir. Bu deger tek bir sayi (scalar) geri getirir. Vektor yonu, ki bu bazen $\text{dir}(\vec{A})$ ile gosterilir, vektorun birim vektor haline getirilmesi ile elde edilir, yani vektorun tum ogelerinin onun buyuklugune bolunmesi ile. Bu yapilınca vektor buyukluk bilgisi kaybolmus olur tabii, geriye sadece yon kalir. Bu bilgi, daha dogrusu, “sadece yon” verisi icerir, yoksa vektor oldugu sekliyle de yon bilgisini zaten icerir.

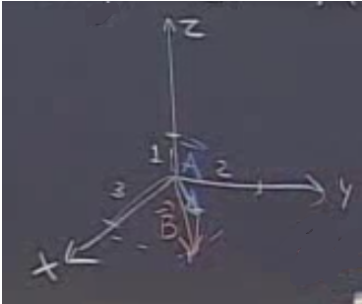
İki nokta P ve Q arasında bir vektörü \vec{PQ} olarak gösterebilirim. Fakat bu illa ki P 'den başlayıp Q 'ye gelmem gerektiği anlamına gelmez, aynı yonde aynı uzunlukta paralel bir başka vektor de \vec{PQ} vektörü olabilir. Bu derste pek çok vektörü orijin noktasından $(0,0,0)$ başlayarak çiziceğiz, fakat aslında bunu yapmak mecburi değil. Çizimsel basitlik için bunu yapacağız.



Şimdi alttaki grafiğe bakalım. Uzunluk nedir?

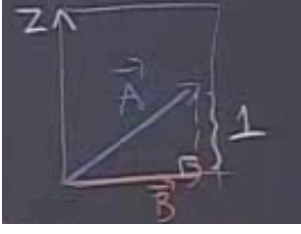


Yani $\vec{A} = \langle 3, 2, 1 \rangle$ 'in uzunluğu nedir? Bu uzunluğu bulmak için ikinci bir resme bakalım:



Burada \vec{A} 'nin yz düzlemine olan yansımalarını \vec{B} olarak düşünelim, \vec{A} sadece xy değerlerini taşıyor yani $\vec{B} = \langle 3, 2 \rangle$. Şimdi \vec{A} ve \vec{B} 'nin ikisinin de

uzerinde oldugu ve bir tarafı z eksenini olan bir kesiti hayal edelim. Bu kesiti ayırıp alttaki gibi cizebiliriz:



Goruldugu gibi \vec{A} ve \vec{B} arasında z baglamında 1 birimlik bir fark var, bu da $\vec{A} = \langle 3, 2, 1 \rangle$ vektorunu $\vec{B} = \langle 3, 2 \rangle$ olarak alirken dahil etmedigimiz 1 degeri.

Ustteki grafige bakarsak Pitagor teoresini kullanarak $|\vec{A}|$ 'yi bulabiliriz. $|\vec{A}|^2 = |\vec{B}|^2 + 1^2$. Demek ki problem $|\vec{B}|$ 'nin hesaplanmasina indirgendi, cunku onu bulursak ustteki formolden $|\vec{A}|$ 'yi da bulabiliriz. $|\vec{B}|$ nedir? Onu da xy duzleminde / kesitinde Pitagor kullanarak bulabiliriz, $|\vec{B}|$ x ekseninde 3 birim, y ekseninde 2 birimlik adimlar iceriyor, Pitagoru kullanirsak

$$|\vec{B}| = \sqrt{3^2 + 2^2} = \sqrt{13}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{|\vec{B}|^2 + 1^2} = \sqrt{13 + 1} = \sqrt{14}$$

Genel formül

$$|\vec{A}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$$

Vektorlerle baska ne yapabiliriz? Onlari ekleyebiliriz, ve olcekleyebiliriz.

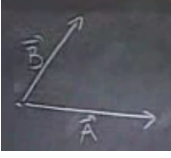
Ekleme

Elimizde \vec{A} ve \vec{B} var ise, $\vec{A} + \vec{B}$ hesabini yapabiliriz.

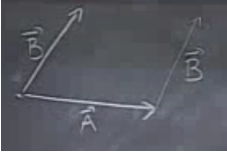
Bu noktada su yorumu eklemek gerekir, vektorler iki farkli dunyada yasarlar, bir tanesi geometrik dunya (sekilsel), digeri hesapsal dunya (sayilarla temsilleri). Bu sebeple vektorler hakkındaki her sorunun iki cevabi vardir, biri geometrik digeri sayisal cevap.

Geometrik cevap ile baslayalım:

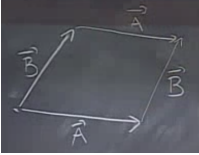
Diyelim ki iki vektoru ayni noktadan cikacak sekilde cizmistim



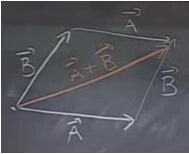
Toplamı almak için \vec{B} 'yi alıp hareket ettiririm (başlangıç bitis noktalarının önemli olmadığını söylemiştik), ve \vec{A} 'nin bittiği noktadan başlamasını sağlarım.



Bunun bir paralelogram ortaya çıkardığını görüyoruz.



Eğer bu paralelogramın çaprazını hesaplarsak / çizersek, işte bu çapraz $\vec{A} + \vec{B}$ olarak nitelenebilir.



Yani bu iki vektörün birbiriyle toplanması \vec{A} üzerinde, sonra \vec{B} üzerinde hareket etmekle eşdeğer. Ya da, paralelogramın üst kısmına bakarsak, önce \vec{B} sonra \vec{A} yönünde hareket etmekle eşdeğer ($\vec{A} + \vec{B} = \vec{B} + \vec{A}$ eşitliğini grafiksel olarak böylece doğrulamış olduk).

Sayısal olarak düşünersek

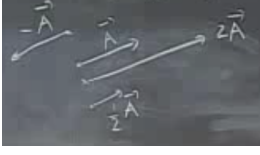
$$\vec{A} = \langle a_1, a_2, a_3 \rangle$$

$$\vec{B} = \langle b_1, b_2, b_3 \rangle$$

$$\vec{A} + \vec{B} = \langle a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3 \rangle$$

Tek Sayı İle Carpmak

Eger elimizde \vec{A} var ise, $2 \cdot \vec{A}$ ile bu vektörü aynı yonde iki kat daha fazla gitmesini sağlayabiliriz. Ya da yarısı, ya da eksi yonde, vs.



Simdi vektorler hakkında birkac yeni operasyon daha ogrenecegiz. Bu operasyonlar geometriye daha detayli sekilde baslayınca isimize yarayacak. İleride gorecegimiz gibi, geometri vektorler uzerinden yapılabilir, hatta pek cok acıdan, geometri de calismak icin vektorlerin “en uygun dil” olduğu soylenebilir. Ozellikle fonksiyonlar konusuna gelince vektorler kullanmak, diger tur geometrik islemleri kullanmaktan daha faydali olacak.

Tum bunlar bir tur “dil”, bir seyin farkli bir sekillerde temsilinden ibaret, vektorler, fonksiyonlar, vs. gibi temsili objeler. Fakat notasyon fark yaratabiliyor, bazi seyleri kolaylastirip, temizlik getirebilmesi acısından.

Noktasal Carpim

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \sum a_i b_i = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3 \quad (1)$$

Onemli bir nokta: Sonuc bir tek sayı (scalar), bir vektor degil.

Peki bu operasyon niye kullanilir? Neye yarar? Aslında biraz garip bir operasyon. Bu sorunun cevabini vermeden önce belki de geometrik olarak ne yaptigini gosterme daha iyi olur. İddia ediyorum ki

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta \quad (2)$$

ki θ iki vektorun arasındaki açı

Fakat dedigimiz gibi, bu operasyon çok suni bir şey gibi duruyor. Niye bu cetretil operasyonu yapalım ki? Su sebepten: elde ettigimiz sonuc, $|\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta$ esitligi uzerinden bize hem buyuklukler baglamında, hem de acisal baglamda bir seyler soyluyor / bilgi veriyor. Ekstra bir bonus ise bu hesabın çok kolay yapılabilmesi, iki vektorun ogelerini teker teker birbiriyle carpinca noktasal carpım sonucunu elde ediyoruz.

Fakat noktasal carpım ve buyukluk, açı iceren formül arasında ne bağlantı

var? Matematikte bu tür bağlantıların ispatlanması gerekir. Üstteki eşitlik bir teoremdir (bu dersin ilk teorisi!). İspatlayalım. İçinde büyüklük ve açı içeren geometrik tanım ne anlama geliyor? Altındaki ifade üzerinden kontrol edelim. Eğer \vec{A} 'nin kendisi ile noktasal çarpımını alsak ne olurdu?

$$1) \vec{A} \cdot \vec{A} = |\vec{A}|^2 \cos(0) = |\vec{A}|^2$$

$\cos(0)$ çünkü vektörün kendisi ile noktasal çarpımını alıyoruz, vektörün kendisi ile arasındaki açı sıfır. Sıfırın \cos değeri 1. Peki diğer formu kullansaydık ne olacaktı? O zaman

$$a_1^2 + a_2^2 + a_3^2$$

elde edecektik, ki bu ifade $|\vec{A}|^2$ 'ye eşittir çünkü büyüklüğün tanımını hatırlarsak

$$|\vec{A}| = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}$$

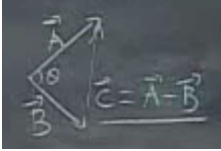
iki tarafın karesini alırsak

$$|\vec{A}|^2 = a_1^2 + a_2^2 + a_3^2$$

bu ifadenin sağ tarafı noktasal çarpımdan elde ettiğimizle aynı.

Peki ya elimizde iki farklı vektör varsa?

İddiam şu ki formül 1 ve 2 arasındaki ilişkiye Kosinus Kanunu ile kurabilirim. Bu kanunu yazalım



$$|\vec{C}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 - 2|\vec{A}||\vec{B}|\cos(\theta)$$

Bu arada, eğer bu formülü

$$|\vec{C}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2$$

şeklinde yazsaydım Pitagor Formülü olurdu, ama burada Pitagor kullanamayız çünkü arada dik açı yok, o yüzden üçüncü terimi eklemek gerekti.