构建新物理体系的思考

作者：少科二班　党一桐

绪论

在历史中，运动学中关于速度的定义一直是位移比时间。如果将速度定义为时间比位移，那么整个运动学体系将会如何描述？这是这篇论文要解决的首要问题。

定义

要解决这一问题，首先要对各大物理量作出合适的定义。首先考虑速度v = Δt / Δx，在这一定义下，出现了数学困难：没有定义向量作为分母的运算。在2016.1北京航空航天大学发表的文章 复矢量空间及矢量除法讨论 中，第一次具体的讨论了类似运算，然而该文章中的运算并不适合我们这里的需求。所以我们需要严谨的定义这个运算。

考虑以下定义：若有标量λ和两同向向量a，b，且a≠0，有a•b=λ，则λ/a = b。

然而，这一定义用于我们的体系中是有很大问题的。比如，当一段时间内没有位移或位移为零时，这一定义就不适用了。且新得到的向量不符合向量的运算法则。这就造成了很大的问题。

那么，考虑如下定义：λ/a= $arctan(\lambda/|a|)\underline{a}$，$\underline{a}$是与$a$同向的单位向量，则避免了无穷大，然而这一变换是非线性的，及结果仍不遵循向量运算法则。

故这一问题先放下不谈，考虑加速度的定义。

对此，加速度有三种容易想到的定义方法，分别列举如下：

$$a = \frac{\Delta\frac{\Delta x}{\Delta t}}{\Delta t} \tag{1}$$

即

$$a = \frac{1}{\Delta v \Delta t} \tag{2}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta x} \tag{3}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \tag{4}$$

对于这三种定义，都可以引出一套运动学-力学体系。

考虑(2)，则这一体系中的描述与经典牛顿体系一致，不加以讨论。

考虑(3)，对这一描述进行量纲分析，则a的量纲为TL^{-2}，物理意义为单位距离内通过单位距离的时间的变化量。

考虑(4)，仍进行量纲分析，a的量纲为L^{-1}，物理意义为单位时间内通过单位距离的时间的变化量。

从直觉上考虑，2和3中2明显更好一些。然而，不论是采用(3)或是(4)，a都不满足常用的线性运算。

这个体系本身有很大问题，问题主要来源于新的体系中参照与坐标系有关，这可能和相对论有相似之处。下面我们定义一些不严谨的系统，这个系统把经典系统与新系统揉和在了一起。

对于速度，在一维上，定义

$$u = \frac{dt}{\mathrm{dx}} \tag{5}$$

则有：

$$t = x \bullet u \tag{6}$$

$$x = \frac{t}{u} \tag{7}$$

特别的，当u不变时，运动可以称为匀速直线运动。

对于变速度运动，我们先考虑速度差的概念。

直观地，我们会直接想到：

$$\Delta u = u\left(\text{末}\right) - u\left(\text{初}\right) \tag{8}$$

但是，我们继续考察这个式子：

$$\Delta u \bullet x = u\left(\text{末}\right) \bullet x - u\left(\text{初}\right) \bullet x \tag{9}$$

也即

$$\Delta u = \frac{t\left(\text{末}\right) - t\left(\text{初}\right)}{x} = \frac{\Delta t}{x} \tag{10}$$

这表明Δu反映了通过单位位移所用时间

那么我们为什么不可以把Δu定义为$\frac{t}{\Delta x}$呢?

所以有：

$$\Delta u‘ = \frac{t}{\Delta x} = \frac{t}{x() - x()} = \frac{t}{\frac{1}{u\left(\text{末}\right)}t - \frac{1}{u\left(\text{初}\right)}t} \$ = \$ \frac{1}{\frac{1}{u\left(\text{末}\right)} - \frac{1}{u\left(\text{初}\right)}} \tag{11}$$

我们暂且同时保留两种"速度差"的定义 为以下加速度的定义作出准备。

对于2.4， 仿照原来运动学体系中的$a=\frac{d^2x}{dt^2}$，我们作出新的$\alpha = \frac{d^2t}{dx^2}$

接着我们来尝试Δu‘$=\frac{1}{\frac{1}{u(末)}-\frac{1}{u(初)}}$。因为在定义这个物理量时，我们考虑的是一定时间t内位移x的变化量，我们尝试把这个对应加速度的物理量定义为：

$$c=\frac{du'}{\mathrm{dt}} \tag{12}$$

但是，这一定义是不好的。因为当Δt趋向于零时，Δu'不收敛。然而，下式收敛，且有实际意义：

$а=\frac{1}{du'}\div dt$

即：

$$а=\frac{1}{du'\bullet dt} \tag{13}$$

仔细考虑α和а，发现对于α，整个定义是不均匀的，即当α不变时，质点并没有按照经典的匀变速运动运动，而相反，а可以很好的的描述物体的运动。

从此，我们将а（西里尔字符）记作a（拉丁字符）

那么现在，我们用加速度a描述匀加速直线运动。可以发现，$\Delta t\bullet a=\Delta u$.

所以，现在我们确定了现有加速度a的正统地位。

我们现在来考虑速度叠加的情景：

一个物体，初速度为u_1，叠加了一个速度u_2,这里我们来推导这个物体的等效速度。

这个物体，以u_1的速度，时间t内位移是$\frac{t}{u1}$；同样的在这个时间t内，以u_2的速度，时间t内位移为。那么它的总位移为$\frac{t}{u1}+\frac{t}{u2}$。所以这个物体等效的速度为

$$u_{等效}=\frac{t}{\frac{t}{u1}+\frac{t}{u2}}=\frac{1}{\frac{1}{u1}+\frac{1}{u_2}} \tag{14}$$

我们于是定义速度和为

$$u_{sum12}=\frac{1}{\frac{1}{u1}+\frac{1}{u_2}} \tag{15}$$

推广这个定义，我们定义任意个速度的叠加公式为：

$$u_{\mathrm{sum}}=\frac{1}{\sum\frac{1}{u_n}} \tag{16}$$

对于选取不同参考系的情景，可类比此进行分析。如下设运动参考系速度为v，静止参考系中物体速度为u，在运动参考系中物体速度为w，得：

$$w=\frac{1}{\frac{1}{u}+\frac{1}{v}} \tag{17}$$

我们继续考虑更高维度的运动，在三维中，质点位置可以用三维向量或者三阶矩阵来描述。所以我们考虑的速度也有这两种形式。

对于向量速度，我们参考一开始定义的除法，定义

$$\overrightarrow{u}=\frac{t}{\Delta\overrightarrow{r}} \tag{18}$$

就此完成。我们看对其更严谨的定义：

$$u\bullet\begin{bmatrix}\frac{\Delta x}{\Delta x+\Delta y+\Delta z}\\ \frac{\Delta x}{\Delta x+\Delta y+\Delta z}\\ \frac{\Delta x}{\Delta x+\Delta y+\Delta z}\end{bmatrix}\bullet\Delta\overrightarrow{r}=u\bullet\frac{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}{\Delta x+\Delta y+\Delta z}=t \tag{19}$$

这里的u即为速度的向量化定义。

对于其计算公式，因为

$$u\bullet\frac{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}{\Delta x+\Delta y+\Delta z}=t \tag{20}$$

所以

$$u=\frac{t\left(\Delta x+\Delta y+\Delta z\right)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2} \tag{21}$$

于是顺利地有：

$$\overrightarrow{u}=\begin{matrix}\frac{t\Delta x(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}\\ \frac{t\Delta y(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}\\ \frac{t\Delta z(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2}\end{matrix} \tag{22}$$

那么我们再来定义矩阵形式的速度：

定义

$$\overrightarrow{u}=[\begin{matrix}\frac{t}{\Delta x}\\ \frac{t}{\Delta x}\\ \frac{t}{\Delta x}\end{matrix}] \tag{23}$$

来表示速度。然而，这一速度不满足$t=\Delta\overrightarrow{r}\bullet\overrightarrow{u}$，实际上，应该是$3t=\Delta\overrightarrow{r}\bullet\overrightarrow{u}$，所以，考虑将时间定义为向量

$$\overrightarrow{t} = \begin{bmatrix} t \\ t \\ t \end{bmatrix} \tag{24}$$

此时仍不能写成形式近于t=ux的式子。所以我们尝试着去把慢度定义成一个矩阵U：

$$U = \begin{matrix} u_x & 0 & 0 \\ 0 & u_y & 0 \\ 0 & 0 & u_z \end{matrix} \tag{25}$$

此时则有：

$$U \bullet \Delta \overrightarrow{r} = \overrightarrow{t} \tag{26}$$

并且当$\overrightarrow{t}$和$\Delta \overrightarrow{r}$确定时，U也是可以计算出来的。

我们再来考虑三维空间内的速度合成：

三维空间内的速度的合成可以直接套用一维空间的结论，即

$$U_1 + U_2 = \begin{matrix} \frac{1}{\frac{1}{u_{x1}}+\frac{1}{u_{x2}}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\frac{1}{u_{y1}}+\frac{1}{u_{y2}}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\frac{1}{u_{z1}}+\frac{1}{u_{z2}}} \end{matrix} \tag{27}$$

这是矩阵形式的。对于向量形式的，我们有如下推导过程：

已知物体速度为$\overrightarrow{u1}$=$\begin{bmatrix} u_{x1} \\ u_{y1} \\ u_{z1} \end{bmatrix}$，叠加一个速度$\overrightarrow{u2} = \begin{bmatrix} u_{x2} \\ u_{y2} \\ u_{z2} \end{bmatrix}$。t时间内，以速度$\overrightarrow{u1}$运动的位移$\overrightarrow{r1}$满足$\overrightarrow{u1} \bullet \overrightarrow{r1} = t$

所以$\begin{cases} u_{x1} \bullet \Delta x1 + u_{y1} \bullet \Delta y1 + u_{z1} \bullet \Delta z1 = t \\ u_{x1} : \Delta x1 = u_{y1} : \Delta y1 = u_{z1} : \Delta z1 \end{cases}$

解得$\begin{cases} x1 = t \bullet \frac{u_x1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} \\ y1 = t \bullet \frac{u_y1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} \\ z1 = t \bullet \frac{u_z1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} \end{cases}$

同理$\begin{cases} x2 = t \bullet \frac{u_x2}{{u_{x2}}^2+{u_{y2}}^2+{u_{z2}}^2} \\ y2 = t \bullet \frac{u_{y2}}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} \\ z2 = t \bullet \frac{u_z2}{{u_{x2}}^2+\mathrm{uz2}^2+uy2^2} \end{cases}$

所以$\Delta\overrightarrow{r_{\text{sum}}} = t[\begin{matrix} \frac{u_x 1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} + \frac{u_x 2}{{u_{x2}}^2+{u_{y2}}^2+{u_{z2}}^2} \\ \frac{u_y 1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} + \frac{u_{y2}}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} \\ \frac{u_z 1}{{u_{x1}}^2+{u_{y1}}^2+{u_{z1}}^2} + \frac{u_z 2}{{u_{x2}}^2+\text{uz}2^2+uy2^2} \end{matrix}]$

设$u_{\text{sum}} = [\begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{matrix}]$,可带入公式$\overrightarrow{u} =[\begin{matrix} \frac{t\Delta x(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2} \\ \frac{t\Delta y(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2} \\ \frac{t\Delta z(\Delta x+\Delta y+\Delta z)}{\Delta x^2+\Delta y^2+\Delta z^2} \end{matrix}]$计算出$\overrightarrow{u_{\text{sum}}}$

经上述推导过程，我们发现，向量形式的速度在求解方面极为困难，究其原因在于其方向需保证为一定，在求解中带来了一定困难。故我们舍弃向量速度，在之后的过程中不用。

而对于速率，我们采用速度的模进行定义。

有了这些定义，我们就可以用新的定义解决实际问题了，例如重新描述物理学中的公式描述。

相似的，我们也可以对角速度、角加速度等概念进行相似的定义，对刚体运动学进行相似的外延。因篇幅有限，本篇文章就此打住。

总结

对于这样一个新的速度定义方式，在中国知网上并没有检索到有关信息。究其原因，应当是这个定义方法不能保证简洁性。对于目前的物理公式定律，尚未发现将v换为1/v能带来简洁性的。故本文只是讨论了这种新型的速度定义方法，并对其加以分析。总而言之，本篇论文所描述的体系构建是不好的，原因在于这一体系还没有能力替代现有体系，且其自洽性还有待检验。