

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 $v = \Delta t / \Delta x$ ，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 $a \neq 0$ ，有 $a \cdot b = \lambda$ ，则 $\lambda/a = b$ 。

然而，这一定义用于我们的体系中是有很大的问题的。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： $\lambda/a = \arctan(\lambda/|a|)\underline{a}$ ， \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：

$$a = \frac{\Delta \frac{\Delta x}{\Delta t}}{\Delta t} \quad (1)$$

即

$$a = \frac{1}{\Delta v \Delta t} \quad (2)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta x} \quad (3)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (4)$$

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，这可能与相对论有相似之处。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

$$u = \frac{dt}{dx} \quad (5)$$

则有：

$$t = x \bullet u \quad (6)$$

$$x = \frac{t}{u} \quad (7)$$

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：

$$\Delta u = u_{(末)} - u_{(初)} \quad (8)$$

但是，我们继续考察这个式子：

$$\Delta u \bullet x = u_{(末)} \bullet x - u_{(初)} \bullet x \quad (9)$$

也即

$$\Delta u = \frac{t_{(末)} - t_{(初)}}{x} = \frac{\Delta t}{x} \quad (10)$$

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：

$$\Delta u' = \frac{t}{\Delta x} = \frac{t}{x_{()} - x_{()}} = \frac{t}{\frac{1}{u_{(末)}}t - \frac{1}{u_{(初)}}t} = \frac{1}{\frac{1}{u_{(末)}} - \frac{1}{u_{(初)}}} \quad (11)$$

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 $\Delta u' = \frac{1}{\frac{1}{u_{(末)}} - \frac{1}{u_{(初)}}}$ 。因为在定义这个物理量时，我们考虑的是一段时间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：

$$c = \frac{du'}{dt} \quad (12)$$

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

$$a = \frac{1}{du'} \div dt$$

即：

$$a = \frac{1}{du' \bullet dt} \quad (13)$$

仔细考虑 α 和 a ，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， a 可以很好的描述物体的运动。

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

$$u_{等效} = \frac{t}{\frac{t}{u_1} + \frac{t}{u_2}} = \frac{1}{\frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2}} \quad (14)$$

我们于是定义速度和为

$$u_{sum12} = \frac{1}{\frac{1}{u_1} + \frac{1}{u_2}} \quad (15)$$

推广这个定义，我们定义任意个速度的叠加公式为：

$$u_{\text{sum}} = \frac{1}{\sum \frac{1}{u_n}} \quad (16)$$

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：

$$w = \frac{1}{\frac{1}{u} + \frac{1}{v}} \quad (17)$$

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

$$\vec{u} = \frac{t}{\Delta \vec{r}} \quad (18)$$

就此完成。我们看对其更严谨的定义：

$$u \bullet \begin{bmatrix} \frac{\Delta x}{\Delta x + \Delta y + \Delta z} \\ \frac{\Delta x}{\Delta x + \Delta y + \Delta z} \\ \frac{\Delta x}{\Delta x + \Delta y + \Delta z} \end{bmatrix} \bullet \Delta \vec{r} = u \bullet \frac{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}{\Delta x + \Delta y + \Delta z} = t \quad (19)$$

这里的u即为速度的向量化定义。

对于其计算公式，因为

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

所以

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

于是顺利地有：

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} \frac{t\Delta x(\Delta x + \Delta y + \Delta z)}{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} \\ \frac{t\Delta y(\Delta x + \Delta y + \Delta z)}{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} \\ \frac{t\Delta z(\Delta x + \Delta y + \Delta z)}{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2} \end{bmatrix} \quad (22)$$

那么我们来定义矩阵形式的速度：

定义

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} \frac{t}{\Delta x} \\ \frac{t}{\Delta x} \\ \frac{t}{\Delta x} \end{bmatrix} \quad (23)$$

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

$$\vec{t} = \begin{bmatrix} t \\ t \\ t \end{bmatrix} \quad (24)$$

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：

$$U = \begin{bmatrix} u_x & 0 & 0 \\ 0 & u_y & 0 \\ 0 & 0 & u_z \end{bmatrix} \quad (25)$$

此时则有：

$$U \bullet \Delta \vec{r} = \vec{t} \quad (26)$$

并且当 \vec{t} 和 $\Delta \vec{r}$ 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

$$U_1 + U_2 = \begin{pmatrix} \frac{1}{\frac{1}{u_{x1}} + \frac{1}{u_{x2}}} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{\frac{1}{u_{y1}} + \frac{1}{u_{y2}}} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\frac{1}{u_{z1}} + \frac{1}{u_{z2}}} \end{pmatrix} \quad (27)$$

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 $\vec{u1} = \begin{pmatrix} u_{x1} \\ u_{y1} \\ u_{z1} \end{pmatrix}$ ，叠加一个速度 $\vec{u2} = \begin{pmatrix} u_{x2} \\ u_{y2} \\ u_{z2} \end{pmatrix}$ 。t时间内，以速度 $\vec{u1}$ 运动的位移 $\vec{r1}$ 满足 $\vec{u1} \bullet \vec{r1} = t$

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

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

$$\text{同理} \begin{cases} x2 = t \bullet \frac{u_{x2}}{u_{x2}^2 + u_{y2}^2 + u_{z2}^2} \\ y2 = t \bullet \frac{u_{y2}}{u_{x1}^2 + u_{y1}^2 + u_{z1}^2} \\ z2 = t \bullet \frac{u_{z2}}{u_{x2}^2 + u_{y2}^2 + u_{z2}^2} \end{cases}$$

$$\text{所以} \Delta \vec{r_{\text{sum}}} = t \left[\frac{\frac{u_{x1}}{u_{x1}^2 + u_{y1}^2 + u_{z1}^2} + \frac{u_{x2}}{u_{x2}^2 + u_{y2}^2 + u_{z2}^2}}{\frac{u_{y1}}{u_{x1}^2 + u_{y1}^2 + u_{z1}^2} + \frac{u_{y2}}{u_{x1}^2 + u_{y1}^2 + u_{z1}^2}} \right]$$

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

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，且其自治性还有待检验。