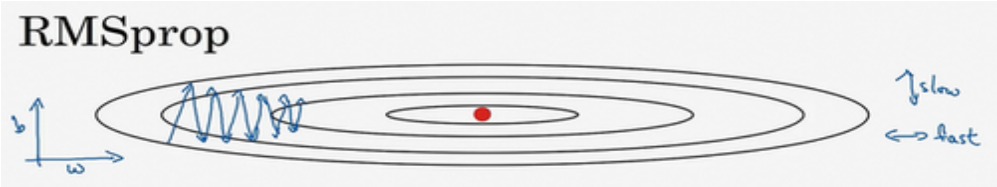
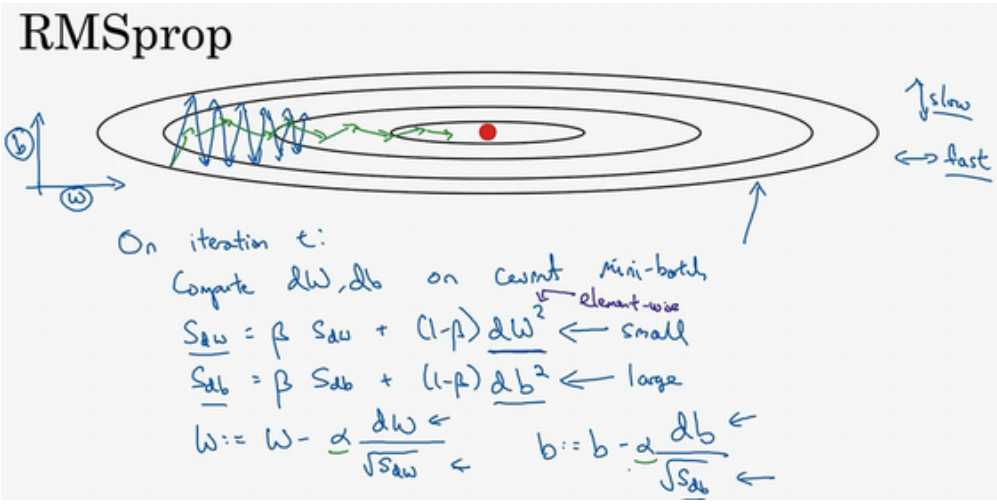
2.7 RMSprop

你们知道了动量（**Momentum**）可以加快梯度下降，还有一个叫做 **RMSprop** 的算法，全称是 **root mean square prop** 算法，它也可以加速梯度下降，我们来看看它是如何运作的。



回忆一下我们之前的例子，如果你执行梯度下降，虽然横轴方向正在推进，但纵轴方向会有大幅度摆动，为了分析这个例子，假设纵轴代表参数b，横轴代表参数W，可能有W_1，W_2或者其它重要的参数，为了便于理解，被称为b和W。

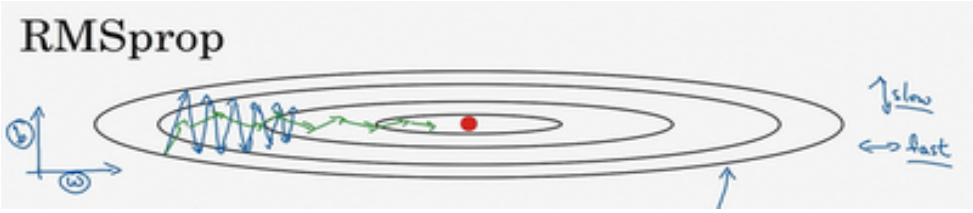
所以，你想减缓b方向的学习，即纵轴方向，同时加快，至少不是减缓横轴方向的学习，**RMSprop** 算法可以实现这一点。



在第t次迭代中，该算法会照常计算当下 **mini-batch** 的微分dW，db，所以我会保留这个指数加权平均数，我们用到新符号S_{dW}，而不是v_{dW}，因此$S_{dW} = \beta S_{dW} + (1-\beta)(dW)^2$，澄清一下，这个平方的操作是针对这一整个符号的，这样做能够保留微分平方的加权平均数，同样$S_{db} = \beta S_{db} + (1-\beta)db^2$，再说一次，平方是针对整个符号的操作。

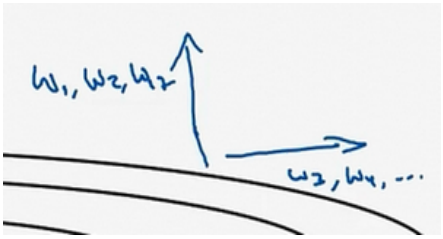
接着 **RMSprop** 会这样更新参数值，$W := W - \alpha \frac{dW}{\sqrt{S_{dW}}}$，$b := b - \alpha \frac{db}{\sqrt{S_{db}}}$，我们来理解一下其原理。记得在横轴方向或者在例子中的W方向，我们希望学习速度快，而在垂直方向，也就是例子中的b方向，我们希望减缓纵轴上的摆动，所以有了S_{dW}和S_{db}，我们希望S_{dW}会相对较小，所以我们要除以一个较小的数，而希望S_{db}又较大，所以这里我们要除以较大的数

字，这样就可以减缓纵轴上的变化。你看这些微分，垂直方向的要比水平方向的大得多，所以斜率在b方向特别大，所以这些微分中，db较大，dW较小，因为函数的倾斜程度，在纵轴上，也就是 b 方向上要大于在横轴上，也就是W方向上。db的平方较大，所以S_{db}也会较大，而相比之下，dW会小一些，亦或dW平方会小一些，因此S_{dW}会小一些，结果就是纵轴上的更新要被一个较大的数相除，就能消除摆动，而水平方向的更新则被较小的数相除。



RMSprop 的影响就是你的更新最后会变成这样（绿色线），纵轴方向上摆动较小，而横轴方向继续推进。还有个影响就是，你可以用一个更大学习率a，然后加快学习，而无须在纵轴上垂直方向偏离。

要说明一点，我一直把纵轴和横轴方向分别称为b和W，只是为了方便展示而已。实际中，你会处于参数的高维度空间，所以需要消除摆动的垂直维度，你需要消除摆动，实际上是参数W_1，W_2等的合集，水平维度可能W_3，W_4等等，因此把W和b分开只是方便说明。实际中dW是一个高维度的参数向量，db也是一个高维度参数向量，但是你的直觉是，在你要消除摆动的维度中，最终你要计算一个更大的和值，这个平方和微分的加权平均值，所以你最后去掉了那些有摆动的方向。所以这就是 **RMSprop**，全称是均方根，因为你将微分进行平方，然后最后使用平方根。



最后再就这个算法说一些细节的东西，然后我们再继续。下一个视频中，我们会将 **RMSprop** 和 **Momentum** 结合起来，我们在 **Momentum** 中采用超参数β，为了避免混淆，我们现在不用β，而采用超参数β_2以保证在 **Momentum** 和 **RMSprop** 中采用同一超参数。要确保你的算法不会除以 0，如果S_{dW}的平方根趋近于 0 怎么办？得到的答案就非常大，**为了确保数值稳定，在实际操练的时候，你要在分母上加上一个很小很小的ε，ε是多少没关系，10^{-8}是个不错的选择，这只是保证数值能稳定一些，无论什么原因，你都不会除以一个很小很小的数。**所以 **RMSprop** 跟 **Momentum** 有很相似的一点，可以消除梯度下降中的摆动，

包括 **mini-batch** 梯度下降，并允许你使用一个更大的学习率α，从而加快你的算法学习速度。

所以你学会了如何运用 **RMSprop**，这是给学习算法加速的另一方法。关于 **RMSprop** 的一个有趣的事是，它首次提出并不是在学术研究论文中，而是在多年前 **Jeff Hinton** 在 **Coursera** 的课程上。我想 **Coursera** 并不是故意打算成为一个传播新兴的学术研究的平台，但是却达到了意想不到的效果。就是从 **Coursera** 课程开始，**RMSprop** 开始被人们广为熟知，并且发展迅猛。