

GJK

Minkowski和

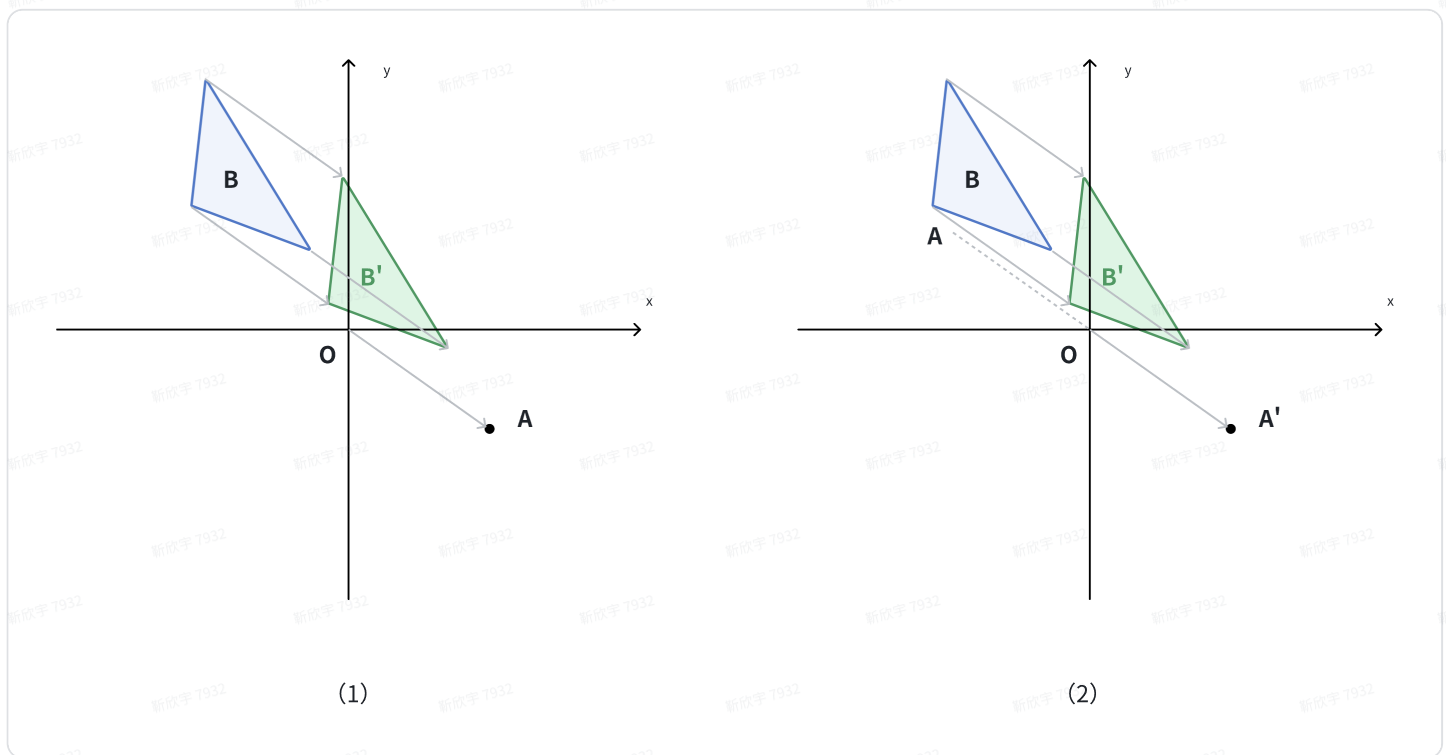
作和/差时，面对的是无穷点集，而非凸包形成的有限个点。

- 早先理解为minkowski针对的是顶点的集合，导致与原点的关系无法对应上。
- 理论上是将 $\triangle B$ 中所有点与三角形 A 中所有点相减，如果里面有 $(0, 0)$ ，代表 A, B 中有相同点。

也即是，新的集合中存在原点时，代表着两个凸包有相交点。

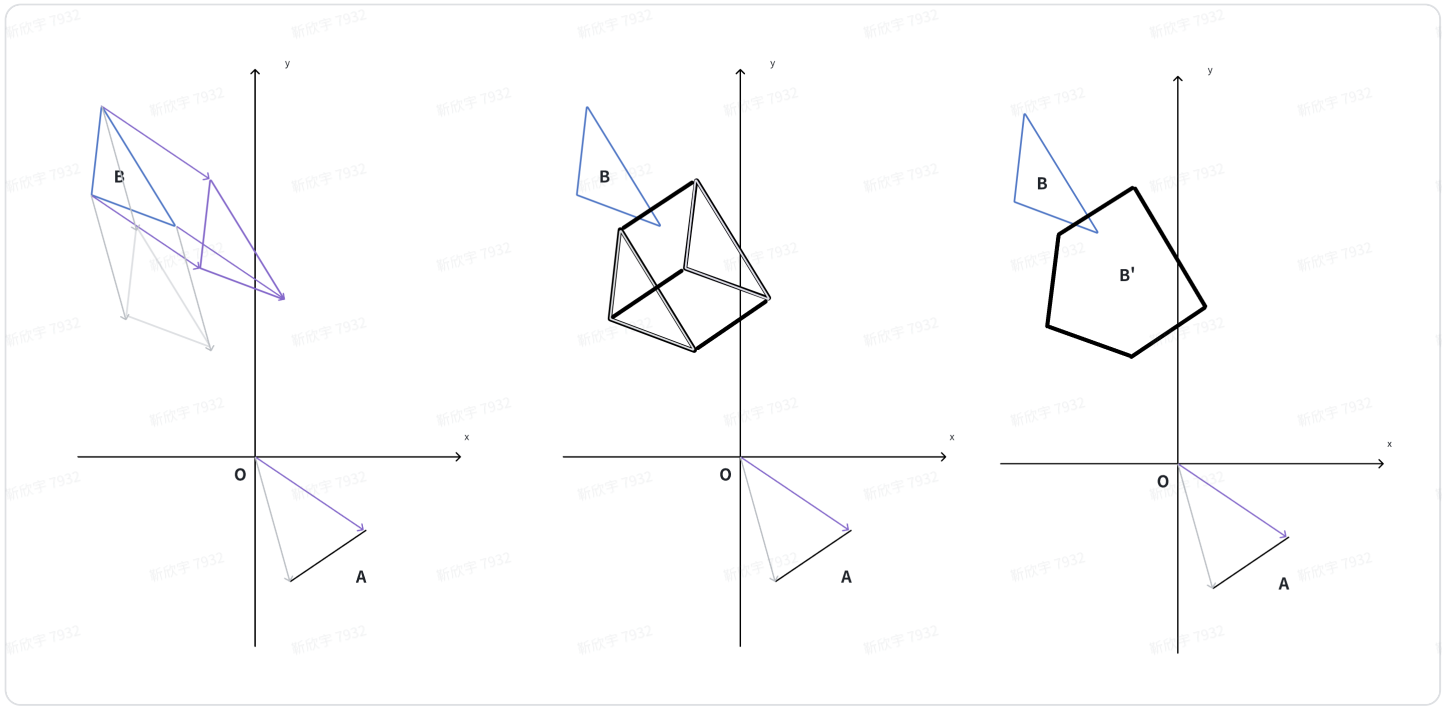
凸包和点

下图中三角形和点形成了两个集合，分别为 A ， $\triangle B$ ，其中 B 是一个无穷集合，Minkowski和的概念是两个集合中所有点相加【包括三角形顶点，边，内部的所有点】，从几何意义上相当于 $\triangle B$ 沿着 \overrightarrow{OA} 平移，得到新的 $\triangle B'$ ，如下图(1)所示。Minkowski差可以理解为先将 A 沿原点对称取得 A' ，并将 $\triangle B$ 与 A' 作Minkowski和，得到 B' ，如图(2)所示。



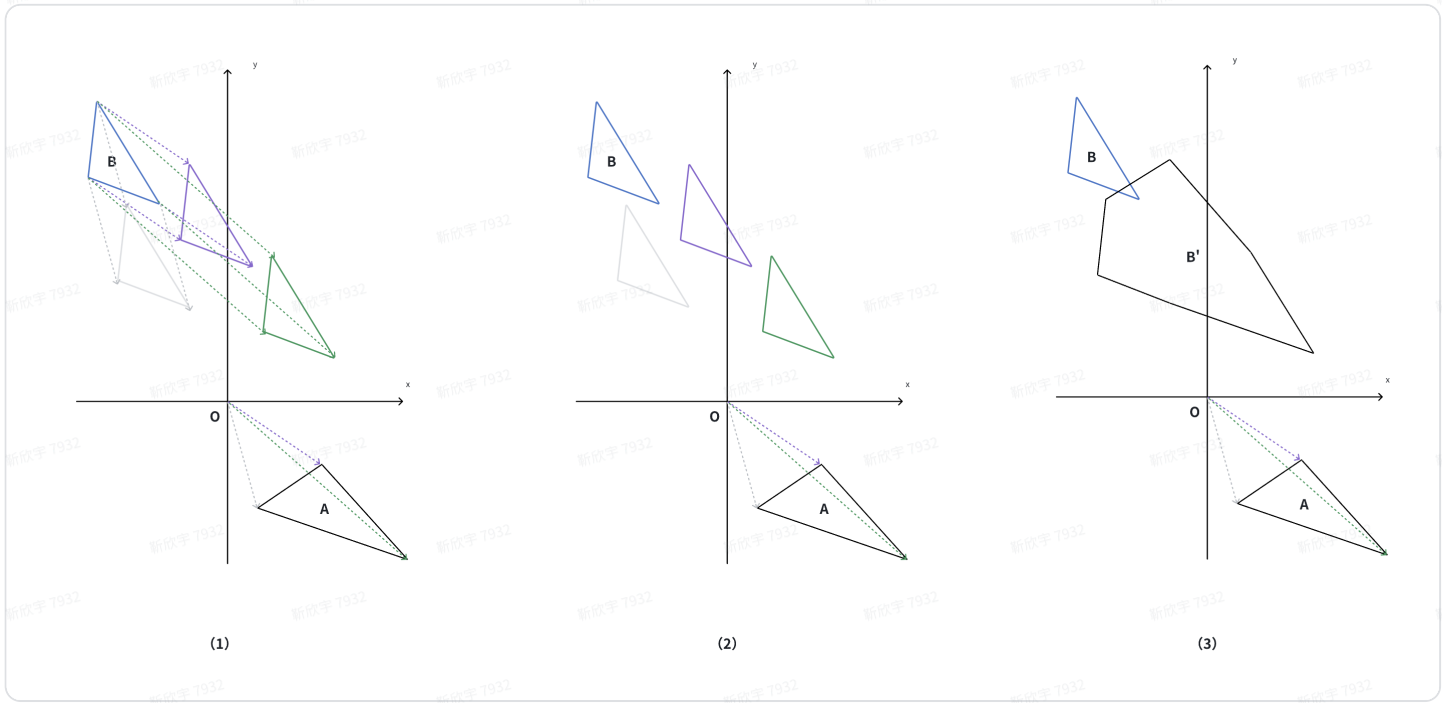
凸包和线

三角形和线段组成的 B 和 A 两个集合，作Minkowski和之后得到 B' 。很好理解， $\triangle B$ 中的所有点都可以被其顶点囊括在内，在沿着集合 A 平移的时候，只需要将顶点平移取平移之后的凸包。



凸包作和

$\triangle A$ 和 $\triangle B$ 代表两个无穷集合，其Minkowski和是 $\triangle B$ 中所有点与 $\triangle A$ 中所有点的和形成的新的无穷集合 B' ，依旧可以用顶点分别相加，求其形成的凸包即为 B' 。

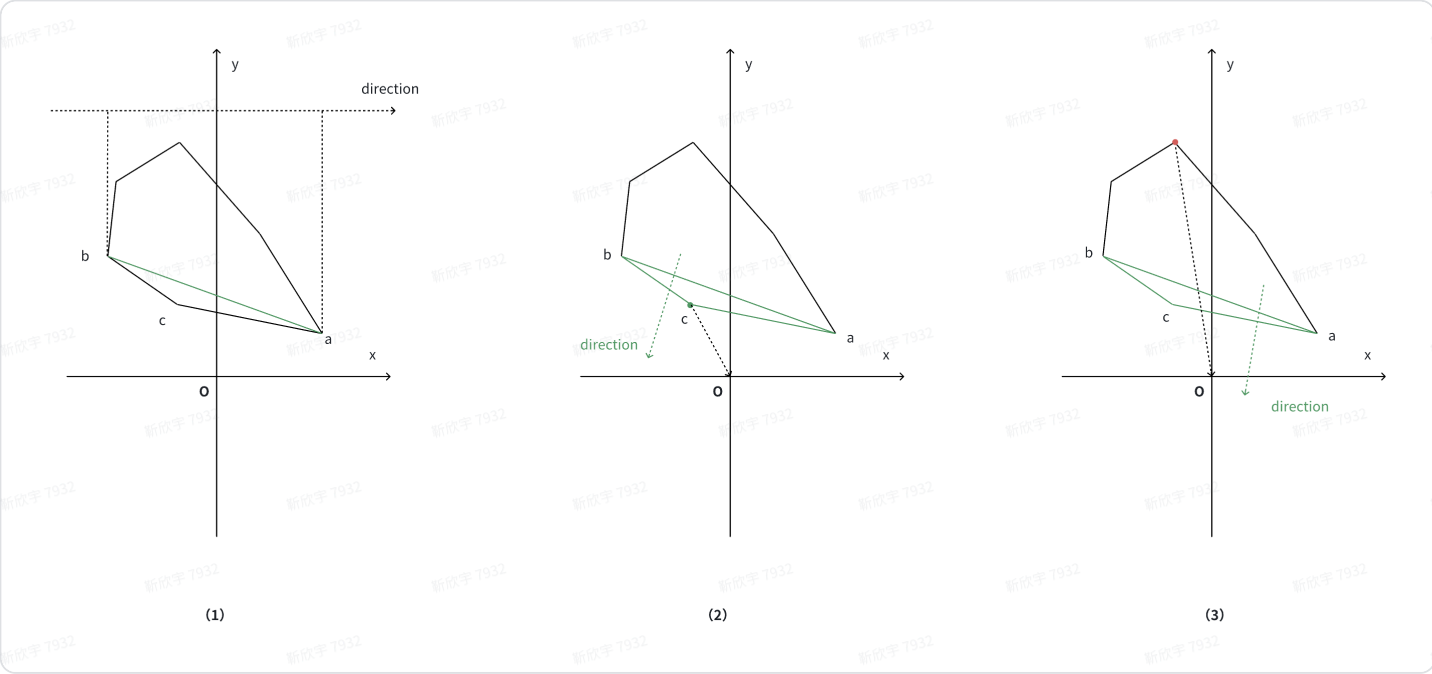


小结

集合A和集合B作minkowski差时，判断原点是否在新形成的凸包中，含义是，判断集合A和集合B中是否存在相同的点，如果是相同的点作差会得到 $(0.0, 0.0)$ ，所以要判断原点是否在集合 B' 中。

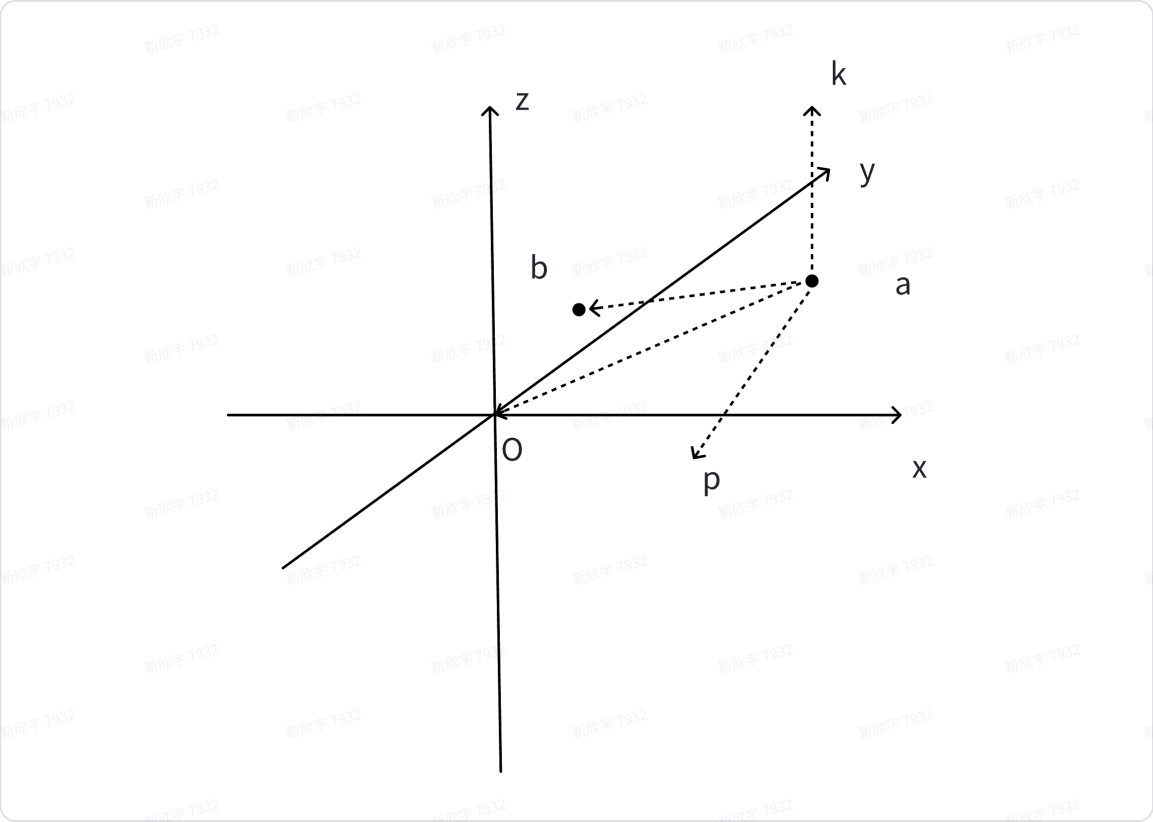
判断凸包中存在原点

任意选一个方向 $\overrightarrow{direction}$ ，按照其正方向得到最远点a，反方向得到b点，向靠近原点方向更新 $\overrightarrow{direction}$ ，或的c之后判断原点是否在三角形内。



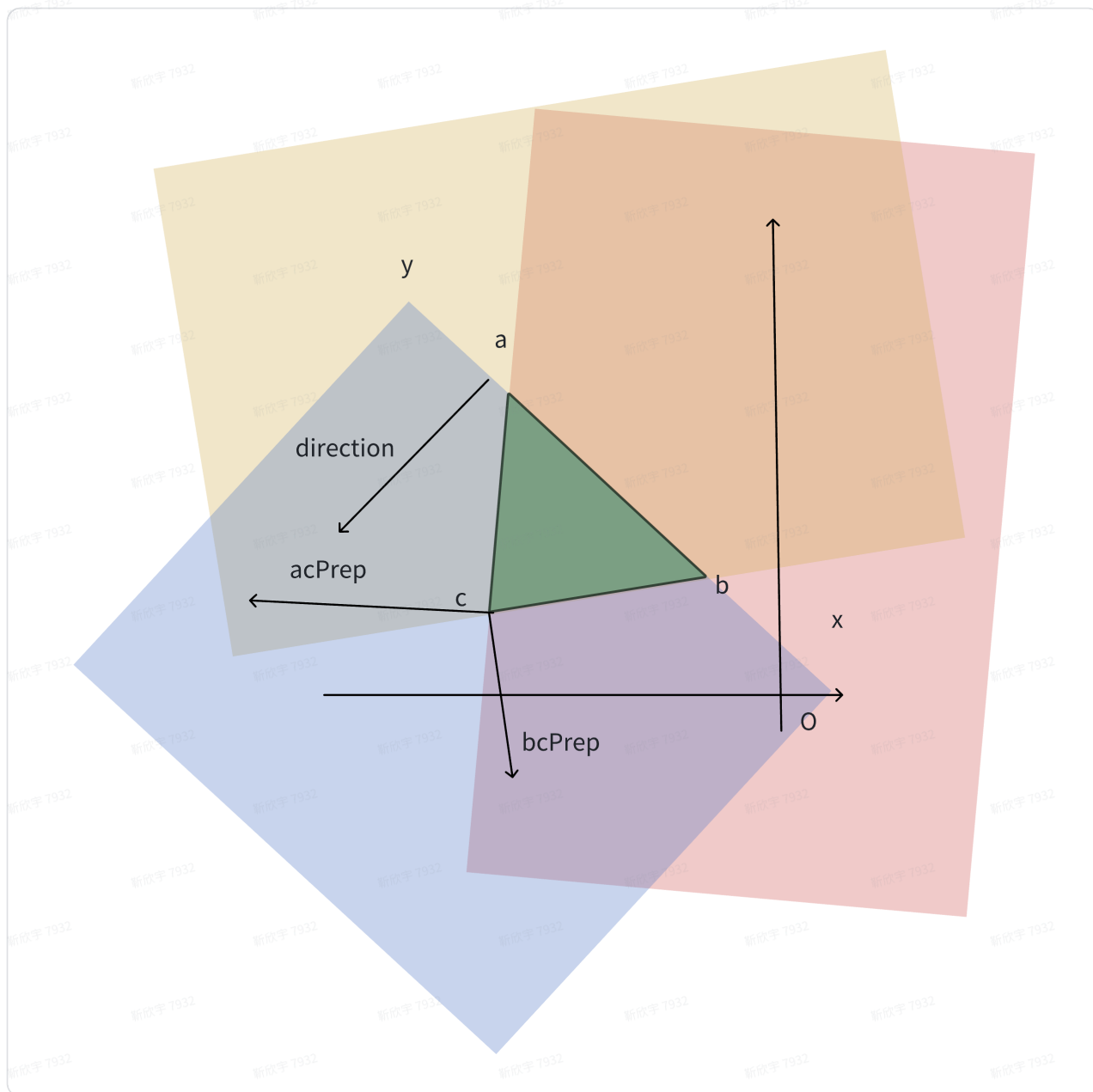
向靠近原点的方向更新direction

得到ab两点之后 $\overrightarrow{ap} = \overrightarrow{ab} \times \overrightarrow{aO} \times \overrightarrow{ab}$ ，
 $\overrightarrow{ab} \times \overrightarrow{aO}$ 依据右手定则，得到 \overrightarrow{ak} ，且 \overrightarrow{ak} 垂直于平面xOy，同理通过右手定则得 $\overrightarrow{ak} \times \overrightarrow{ab}$ 得 \overrightarrow{ap} ， \overrightarrow{ap} 在xOy平面内垂直于 \overrightarrow{ab} 。至此将方向更新到近原点方向。



判断原点是否在三角形内

- 更新方向时，相当于将ab作为分离轴，只考虑蓝色部分的面积
- $\vec{cb} \times \vec{ca} \times \vec{cd} = \overrightarrow{abPrep}$ 得到的垂直于ac方向的向量 \overrightarrow{acPrep} ，与量 $\overrightarrow{acPrep} \times \vec{cO} < 0$ 代表红色区域
- $\vec{ca} \times \vec{cb} \times \vec{cd} = \overrightarrow{bcPrep}$ 得到的垂直于ac方向的向量 \overrightarrow{bcPrep} ，与量 $\overrightarrow{bcPrep} \times \vec{cO} < 0$ 代表黄色区域



参考资源

[1] [GAMES104-现代游戏引擎：从入门到实践\(从1小时20分前后开始看\)](#)