

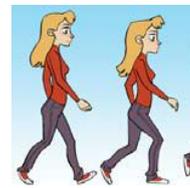
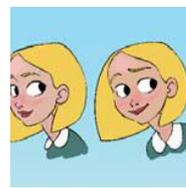
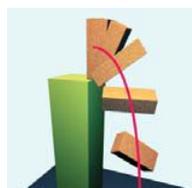
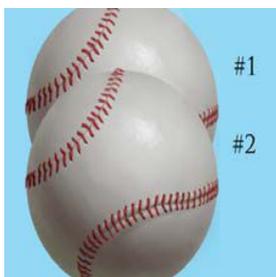
全てのフレームで何が起きているかが大事なのではなくて、それらのフレームの間隔（スペーシング）が大事なのだ。

www.AnimationPhysics.com
June 2011

” Neighbors” でアカデミー賞を取ったアニメーター
ノーラン・マクラレン

タイミングとスペーシングの性質

このチュートリアルでは、加速を伴うボールの落下の例などを通して基本的なタイミングとスペーシングの説明をする。この重要な原理はジャンプするキャラクターや滝の落下する水など複雑なアニメーションにも同じように応用できることを理解するだろう。



© 2011 Alejandro L. Garcia
Creative Commons Attribution-
Noncommercial-Share Alike 3.0
United States License

ボールの落下アニメーションテスト

代表的なアニメーションの初期練習としてボールの落下がある。
これは一番シンプルなエクソサイズである。
講図としてはフレーム内にボールが一つあるだけである。

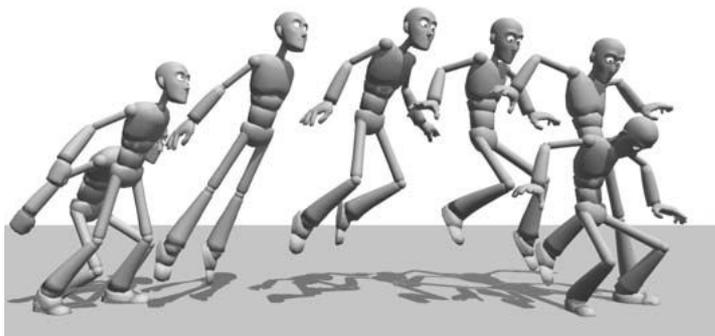
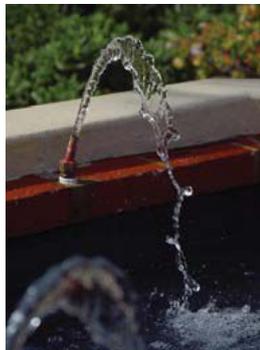
とはいえ、ボールをリアルに動かすのは簡単ではない。
この課題の要点は、各フレームでボールをどう描くかではなく、どの位置に描かれるべきかを理解すること。もう一つは、タイミングと間隔の取り方の基本を理解することである。

ボールを右の図のような間隔で描いたと仮定する。
これで正しいと思うか？間隔に傾向性を感じるか？

1枚のボールの絵から次の絵までどの位時間が必要だろう？
1コマずつ描くか？2コマずつか？もっとか？タイミングはボールの大きさに関係するか？重さに関係するか？
このチュートリアルでは、物理的に正しいタイミングとスペーシング（間隔）でリアルに見せる方法を勉強する。

作成するシーンの状況設定によってはリアルな動きをデフォルメする必要があるかもしれない。その場合は、最初にリアルな動きを作ればデフォルメが容易になる。

このチュートリアルで解説する落ちるボールの原理はジャンプするキャラクターのアニメーションや、水のような自然現象のアニメーションにも応用できる。



フレーム、キー、秒数

Frame	Key Pose
1	#1
2	/
3	/
4	#2
5	/
6	/
7	#3
8	/

▲アニメーターは3種類の違ったタイミング法を使う。

- ・フレーム数（1秒間24コマ）
- ・キー数（キーポーズの数）
- ・秒数（実際の秒数）

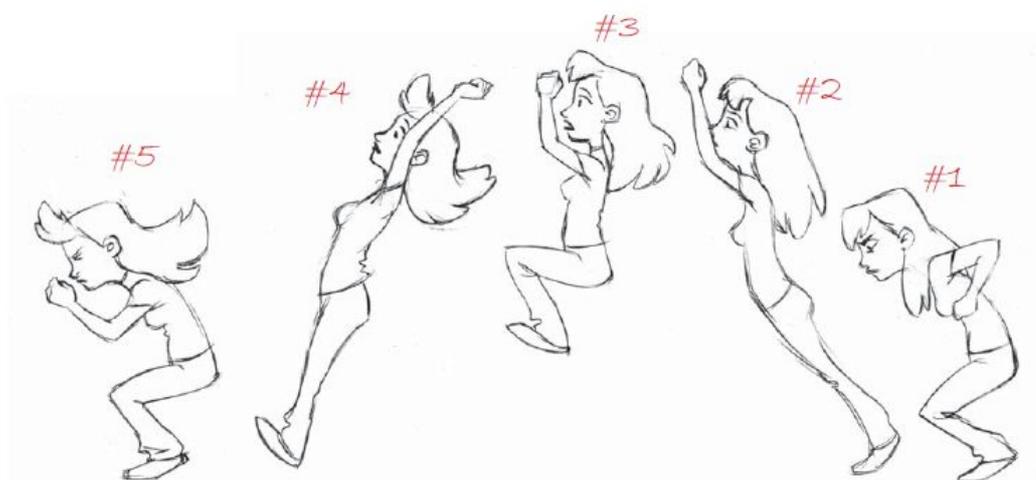
例えば、ストップウォッチを使いカットの長さを把握する（もしくは決める）それからキーポーズ数を割り出す。（フレーム数はタイムシートに表示される）

この例では、キーポーズ#1はフレーム1に、キーポーズ#2は、フレーム4になどなど・・・。

このように3フレームごとに違う絵を1枚撮影するのを3コマ撮りという。

このジャンプの#1～#5のアニメーションのように、私達が視認できるのは10分の1秒程度である。

さらに、下記の原画はブレイクダウンとインビトウィンを追加される可能性がある。



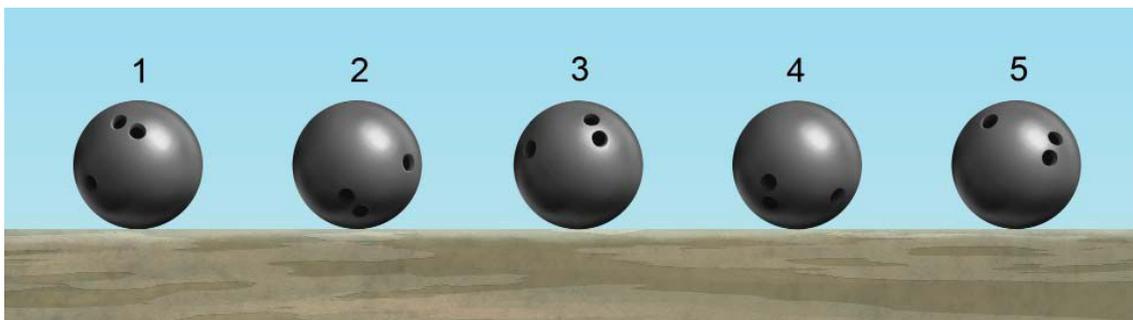
このチュートリアル例題ではキーとキーの間は全部同フレーム数にしてある。実際の現場ではキーとキーの間で、違うフレーム数は存在するが、このチュートリアル例題は、説明の都合上シンプルに同じとする。



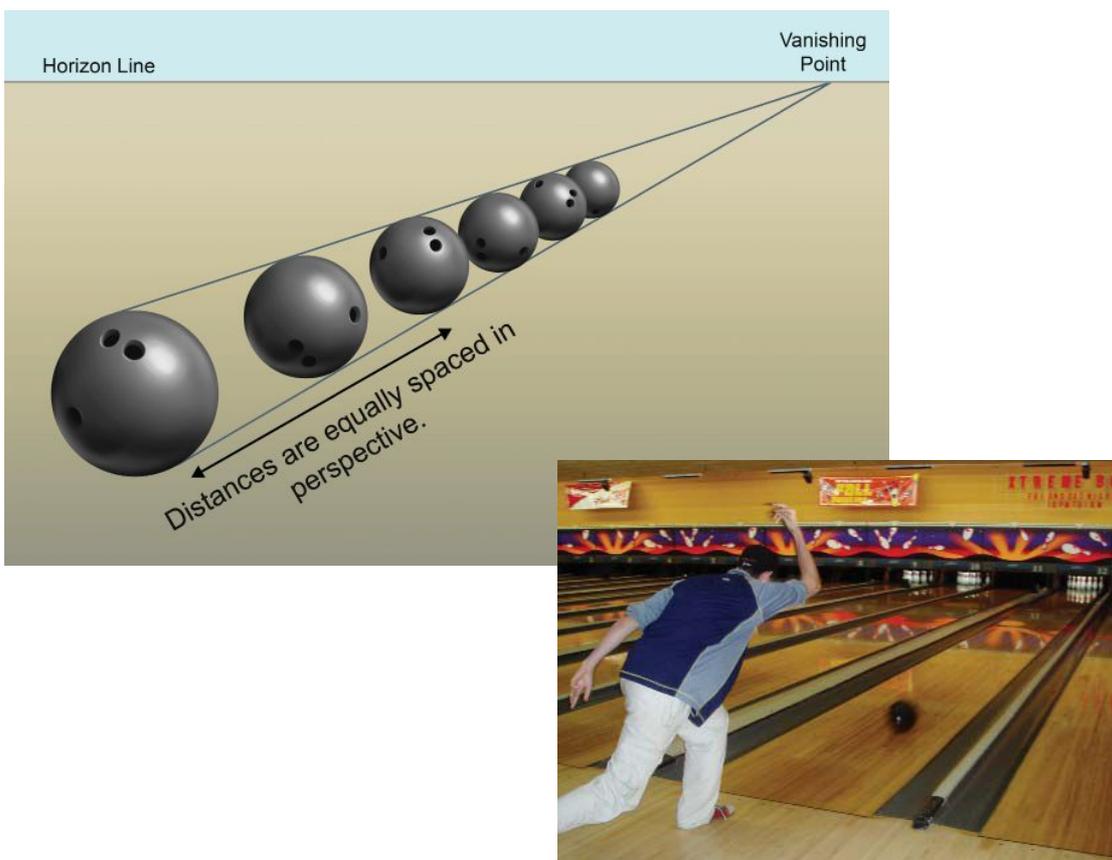
注：アニメーションでは違ったフレーム数を使う。フィルムは1秒に24コマビデオは1秒に30コマ

一定運動

シンプルな動きとして規則的な動きがある。床を転がるボーリングのボールは良い例である。この運動の特徴はスピードが一定である事。それによってフレーム間のスペーシングも一定になる。間隔が大きい程、ボールの移動速度が速くなる。



規則的な運動の表現は、遠近法の構図中において有効的ではない場合がある。例として、下の写真にあるような手前からおくにボールが移動するような場合だ。



タイミング、間隔、スピード

タイミングとスペーシングは人（物体）の移動のスピードを表現する。

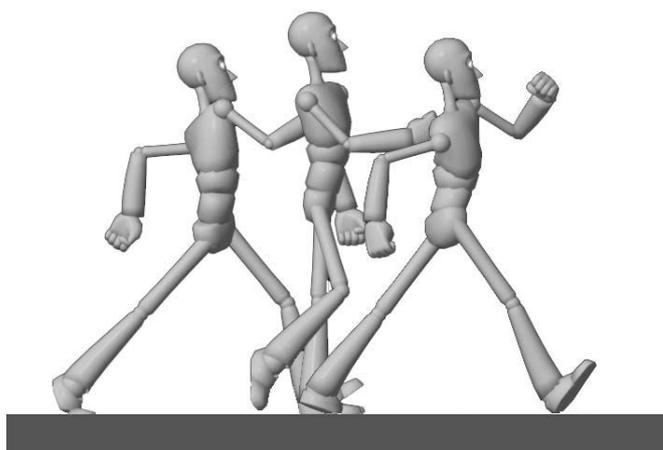
右上の表は、毎時ごとに移動する距離（時速）をフレーム毎の移動距離と秒ごとの移動距離（秒速）に変換する表である。

通常、距離の測定はフレーム単位ではなくポーズ単位で計る。例として、あなたのキャラが1時間に4マイル（6.4km）の早歩きをしている。ポーズ間のフレーム数は6フレームなので距離は大体18インチ（45.7cm）となる。

表より参照→（6フレーム×3インチ）

Miles per Hour	Inches per Frame	Distance per Sec.
2	1 1/2	35 inches
4	3	70 inches
10	7	14 2/3 feet
30	22	44 feet
60	44	88 feet
90	66	44 yards

参照：1Inch=2.54cm / 1Mile=1.6km / 1Foot=30.5cm



この表は他にも便利な点がありシーンのステージングにも役立つ。例えば、もしキャラが1時間に10マイル（16km）の全速力で走っている場合、1秒あたり15フィート（約4.57m）の間隔が必要となる。

普通の歩行速度は3マイル（約4.8km）、走行速度は6～10マイル（約9.7km～16km）

質問： 次の絵の2つのキーポーズの間には3コマある。これはどの位のスピードになるのか？



答え： このスペーシングだと約50cmだから48km出してる。アブねぇ！

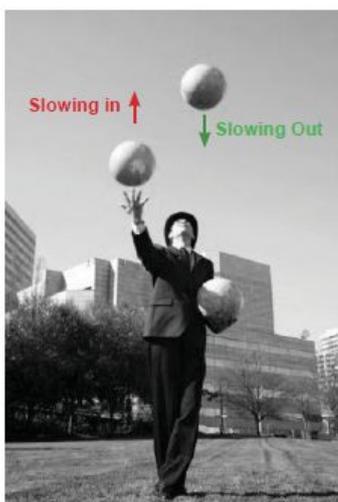
スローインとスローアウト

物体の運動が一定ではない時、物体が加速、減速、方向転換した場合。

物体（人）が減速した場合、絵と絵の間隔が狭くなる。アニメーションではそれを”スローイン”（イージーイン）という。ソリが摩擦で減速するのはスローインの良い例である。

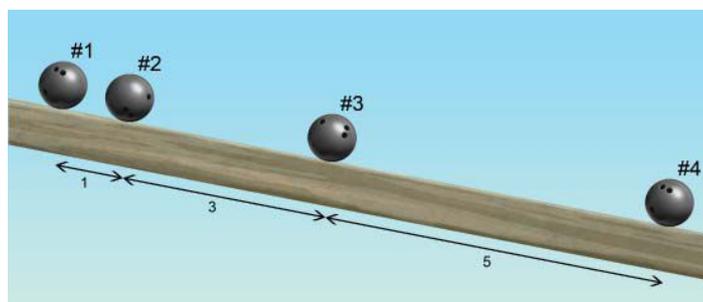


上に投げたボールは、頂点（apex）に近づくにつれてスローインし頂点（apex）から落下する時にスローアウトする。



apex とは、物体が 1 番高い頂点か、1 番遠い先端部分に移動する場所である。

もし物体が加速する場合、絵と絵の間隔が広くなる。アニメーションで、これを”スローアウト”（イージーアウト）という。斜面を転がるボールはスローアウトの良い例である。



スローイン、アウトはフランク・トーマスとオリバー・ジョンストンが書いた”*The Illusion of Life*（生命を吹き込む魔法）”に記されたアニメーションの法則の一つである。彼らは「それはとても大事な発見で、タイミングとステイジング（演出）を工夫する基本となった。」と述べている。

apex（起点）からの落下距離

以下の表は、まっすぐ落下する物体の一定時間（またはフレーム数）ごとのapex(起点)からの距離を示している。

Time (sec.)	Frames	Distance Fallen from Apex
1/24	1	1/3 inch
1/12	2	1 2/3 inches
1/8	3	3 inches
1/6	4	5 1/3 inches
1/4	6	1 foot
1/3	8	1 3/4 feet
1/2	12	4 feet
2/3	16	7 feet
3/4	18	9 feet
1	24	16 feet
2	48	64 feet



(#2) は、apex(起点)にいるボール(#1) より約 1 1/3 インチ (約 3.4 cm) 移動している。つまり、ボールの直径 4 インチ (約 10cm) の 1/3 移動している。

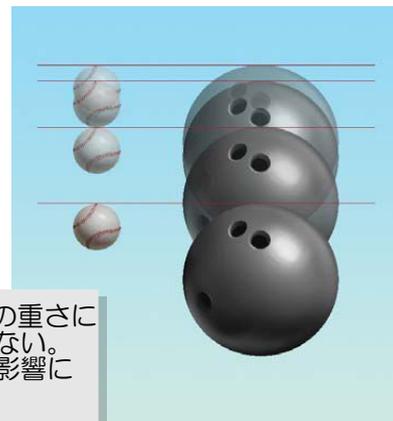
この式を使って apex(起点)からの落下距離を見出すことができる。

(距離) = (約 0.85cm) × (フレーム数) × (フレーム数)

※インチをセンチに換算しているため多少誤差が出る。

例えば、6 フレーム後の落下距離は (約 0.85cm) × (6) × (6) = 30.6cm である。

質問：5 フレーム後の落下距離は？



空気抵抗がほとんど無い場合には、物体の重さによって落下する移動距離が変わることはない。このチュートリアルの後半で空気抵抗の影響について説明する。

答え：(約 0.85cm) × (5) × (5) = 約 21.25cm