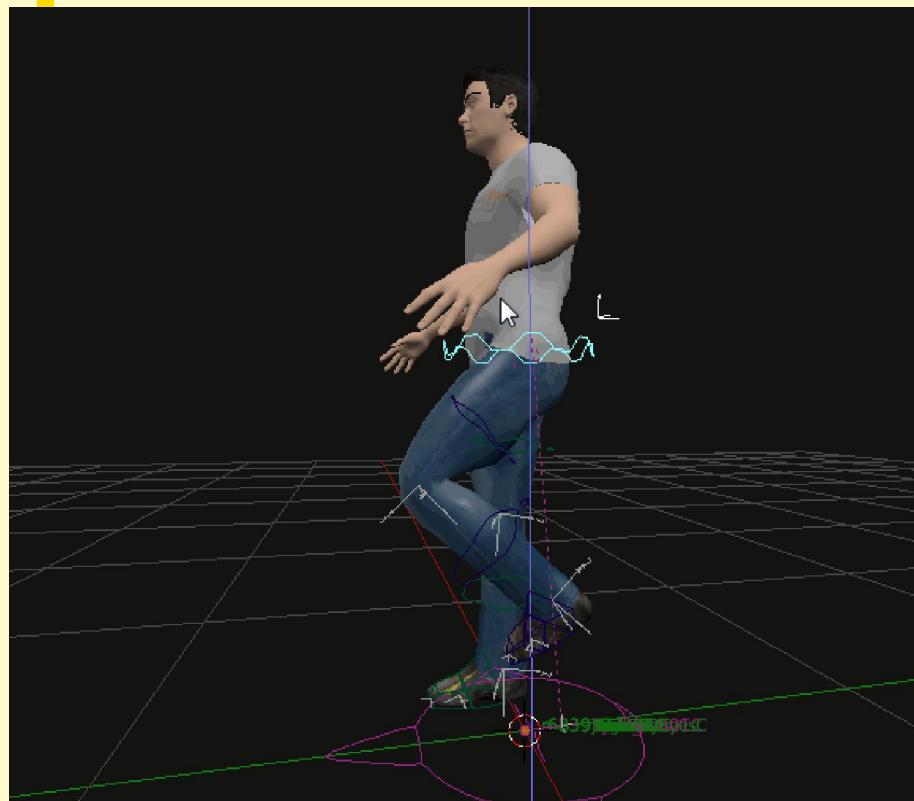


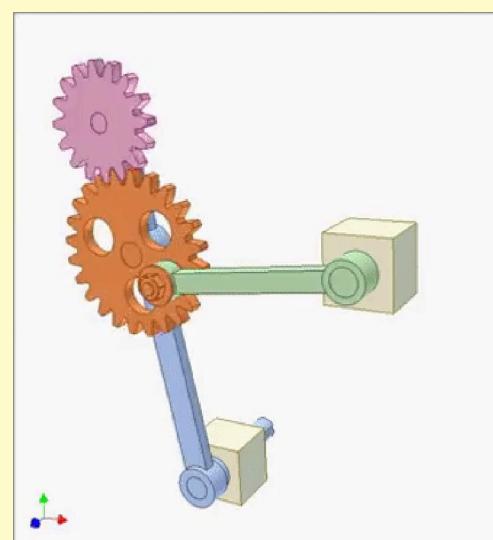
پویانمایی کامپیوٹری حرکت شناسی

سید امیر هادی مینوفام
گروه کامپیووتر
دانشکده فنی و مهندسی



فهرست مطالب

- حرکت شناسی
- درجه آزادی
- مدل سلسله مراتبی
- انواع مفصل
- ضبط حرکت و انواع آن
- اصول ۱۲ گانه پویانمایی
 - اصل ۶
 - اصل ۷





حرکت شناسی

- تعریف: مطالعه حرکت بدون در نظر گرفتن جرم ها و نیروهای مربوط به آن

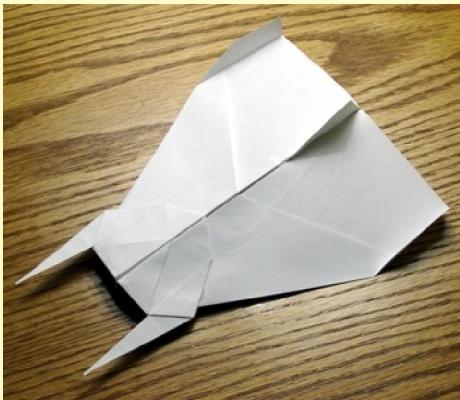




درجه آزادی (DoF)

■ درجه آزادی (Degree of freedom)

تعداد متغیرهایی که بر جهت جسم اثرگذارند

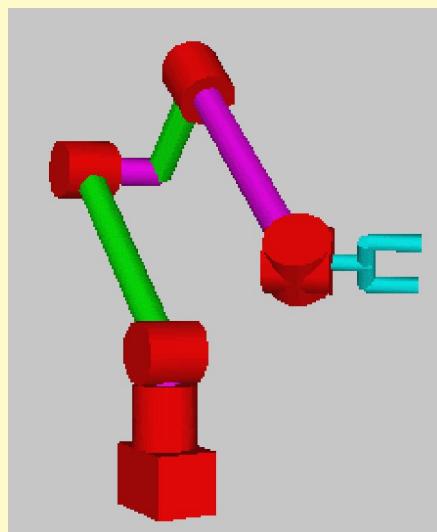
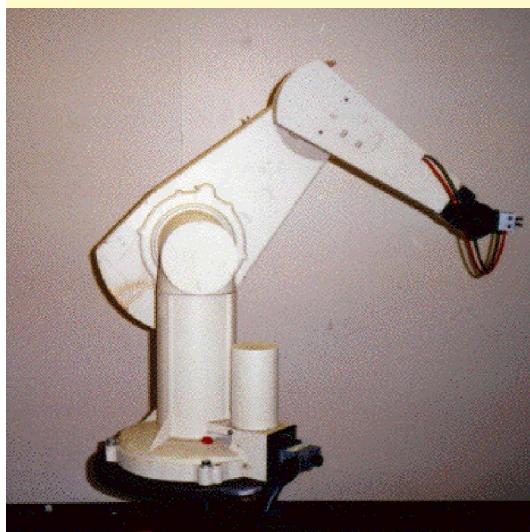


درجه آزادی هواپیما:

6 درجه: **x, y, z, roll, pitch, yaw**

درجه آزادی بازوی روبات:

6 درجه: 2 پایه، 1 شانه، 1 آرنج، 2 مچ





تبدیل فضای شئ به فضای جهانی

فضای کاری (Work space) ■

فضایی که شئ در آن وجود دارد: دو یا سه بعدی ■

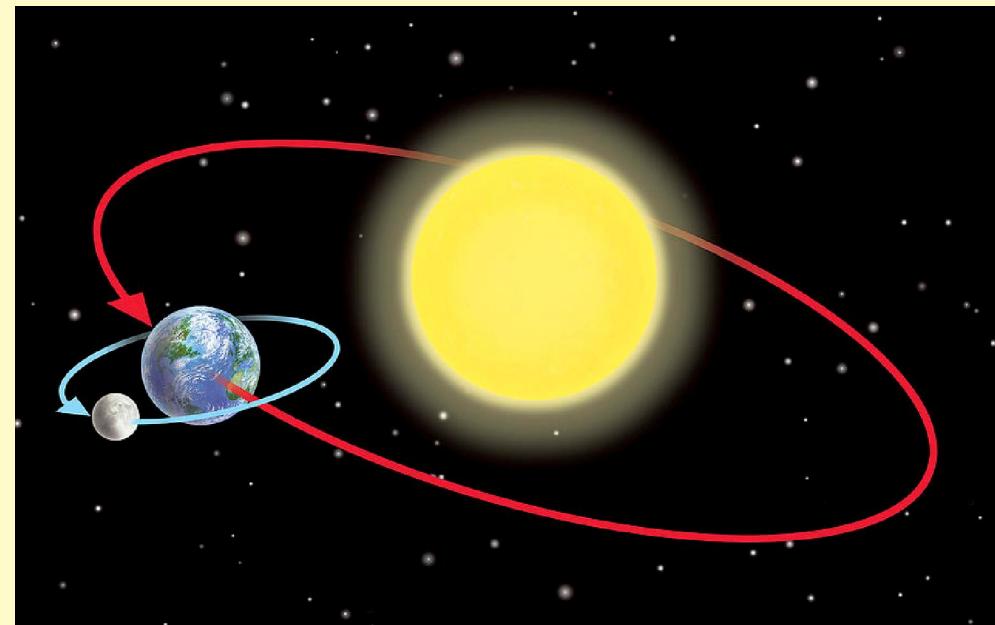
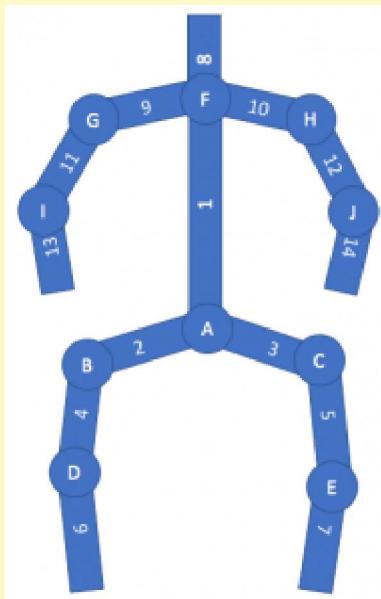
فضای پیکربندی (Configuration Space) ■

فضایی که پیکربندی های ممکن برای شئ را تعریف می کند ■



مدل سلسله مراتبی

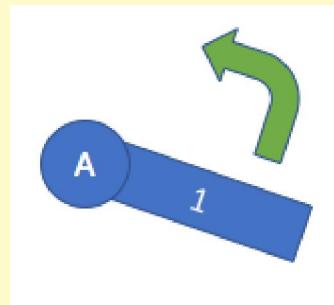
- مدل سلسله مراتبی:
- خانواده ای از روابط فضایی والد-فرزند در قالب یک درخت
- مثال: حرکت ماه، زمین، خورشید
- مثال: مفصل بندی (articulation) موجودات شبه انسانی



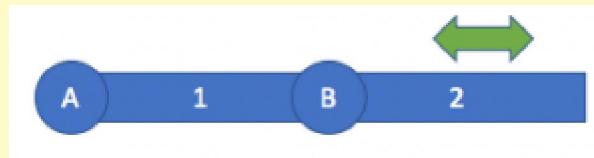


أنواع مفصل (joint)

- ١- مفصل چرخشی (revolute joints): اتصالات حول آن می چرخند
 - مثال: عقربه ساعت

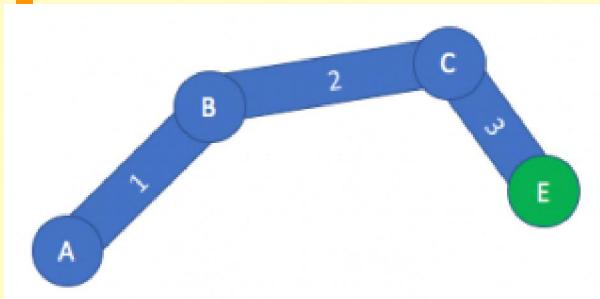


- ٢- مفصل کشویی (prismatic joints): طول اتصالات را تغییر می دهد
 - مثال: دسته چمدان





انواع حرکت شناسی (سینماتیک)



▪ محرک نهایی (end effector)

▪ بیرونی ترین مفصل است

Degree of Freedom = DoF
(forward kinematics: fk)

با داشتن مقادیر DoF مجزا برای مفاصل میانی، پیکربندی محرک نهایی را محاسبه می کند

▪ کاربرد: شبیه سازی اشیا

▪ **(inverse kinematics: ik)**

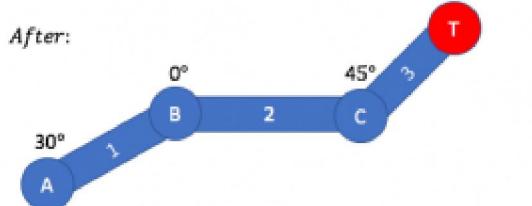
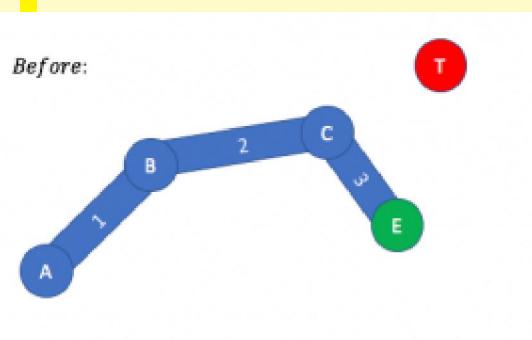
با داشتن موقعیت محرک نهایی مقادیر DoF مجزا برای مفاصل میانی را محاسبه می کند تا منجر به قرارگیری محرک نهایی در آن مکان مشخص شود

▪ کاربرد: کنترل اشیا

حرکت شناسی وارون (معکوس)

وارون (inverse kinematics: ik)

کافیست تا موقعیت مورد نظر را به عنوان ورودی بدهید (همان خروجی روش سینماتیک مستقیم) و به عنوان خروجی زوایایی مورد نیاز برای دست یابی به آن موقعیت نمایش داده می شود (همان ورودی های روش سینماتیک مستقیم)

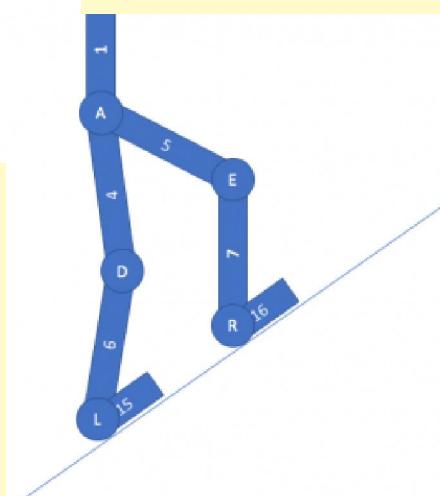


مثال: حرکت دست:

با تعیین موقعیت مچ دست به زاویه آرنج مورد نظر بررسیم

مثال: حرکت پا:

با به موقعیت کف پا به زاویه زانو مورد نظر بررسیم





حرکت شناسی وارون (معکوس)

- یک ریگ بندی مناسب با یستی قابلیت سوییچ بین حالت **fk** و **ik** را داشته باشد؛ چه در مفاصل دست ها چه در مفاصل پا ها شما با یستی به انیماتور قدرت انتخاب بدهید تا بین این دو حالت هر کدام که برای هر صحنه مناسب است را استفاده کند. زیرا الگوریتم **ik** برای تمامی شات های انیمیشن مناسب نیست و شما به عنوان ریگ بند پروژه نمی توانید تشخیص دهید که از کاراکتر شما در کدام صحنه ها قرار است استفاده شود و شما باید برای تمام شرایط خود را آماده کنید.





ضبط حرکت

■ ضبط حرکت (motion capture)



- پوشیدن لباس های حاوی حسگر
- ضبط وضعیت های قرارگیری بدن و چهره
- انتقال به شخصیت انیمیشنی

ضبط حرکت



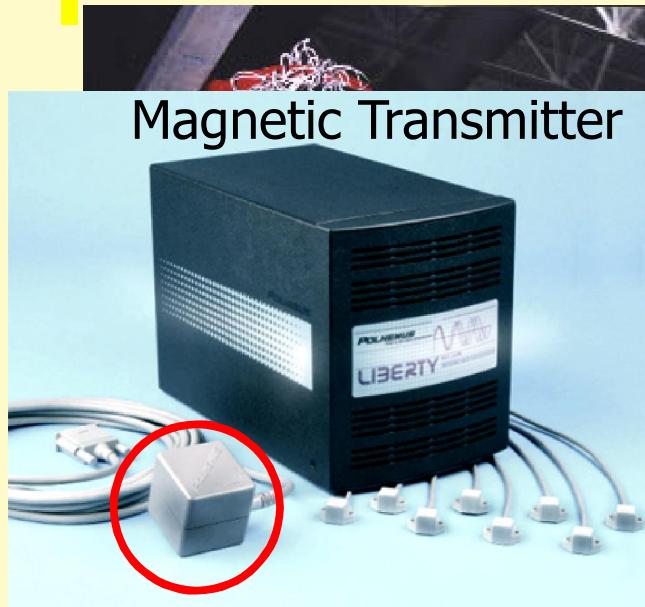
- مزایا:
- سریع
- ضبط حرکات ثانویه و سایر زیرمجموعه حرکات (واقعی تر)
- ضبط تعامل فیزیکی میان بازیگر و اشیا (props)



- معایب:
- هزینه
- دشواری اعمال تغییر در داده های ضبط شده (ضبط مجدد راحت تر است)
- نگاشت داده ها به شخصیتی با تناسب متفاوت با بازیگر، مشکل است

أنواع ضبط حركة

Optical



Magnetic



Infra Red LEDs



Mechanical



اصول پویانمایی



▪ توسط ۹ مرد مسن در شرکت والت دیسنی
(The Nine Old Men)
"The Illusion of life"
 کتاب مقدس انیمیشن





اصل ۶:

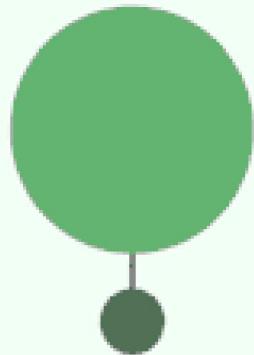
- دنباله حرکت و همپوشانی (Follow-through and overlapping action)
- با استفاده از آن می توان حس واقعی و شناور بودن کاراکتر ها را القا کرد
- هیچ چیز بصورت ناگهانی متوقف نمی شود؛ برخی از بخش ها در ابتدای حرکت می ایستند و سایر بخش ها هنوز از عمل پیروی می کنند.





اصل ۶:

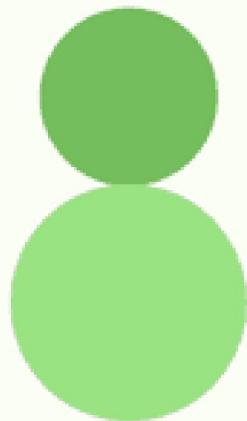
- دنباله حرکت و همپوشانی (Follow-through and overlapping action)
- بخش های مختلف بدن برای حرکت خود از یک بخش راهبر اصلی (Leading part) با اندکی تاخیر پیروی می کنند. **Follow through**





اصل ۶:

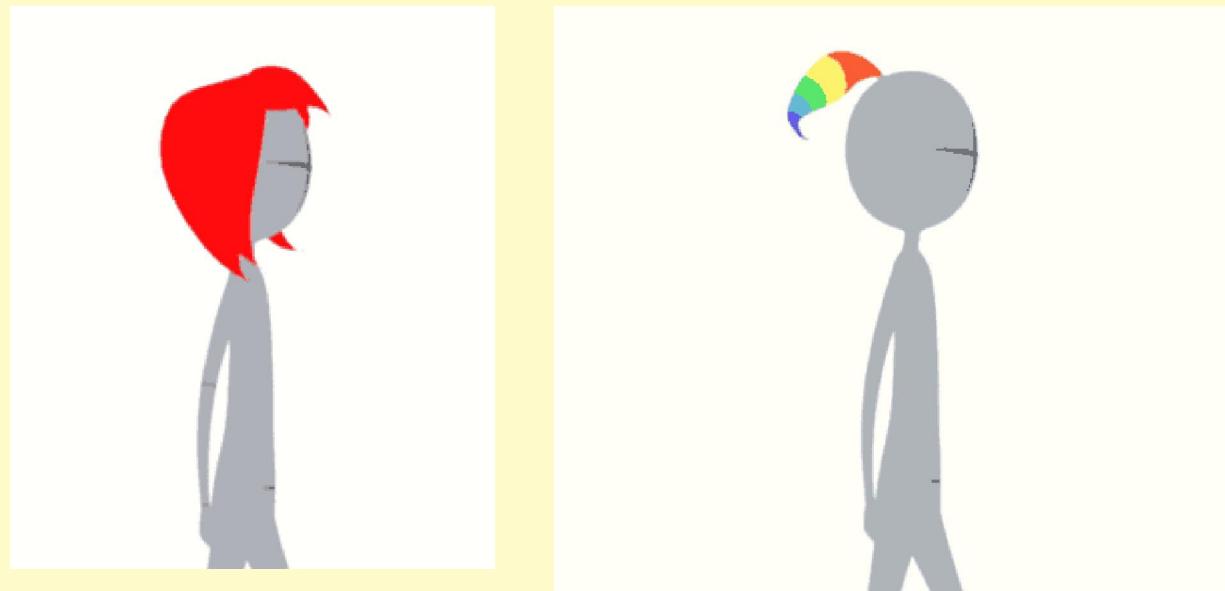
- دنباله حرکت و همپوشانی (Follow-through and overlapping action)
- بخش های مختلف Timing و یا سرعت متفاوتی در مقایسه با بخش های دیگر دارند و در واقع آن ها عمل اصلی را همپوشانی (OVERLAP) می کنند.





اصل ۶:

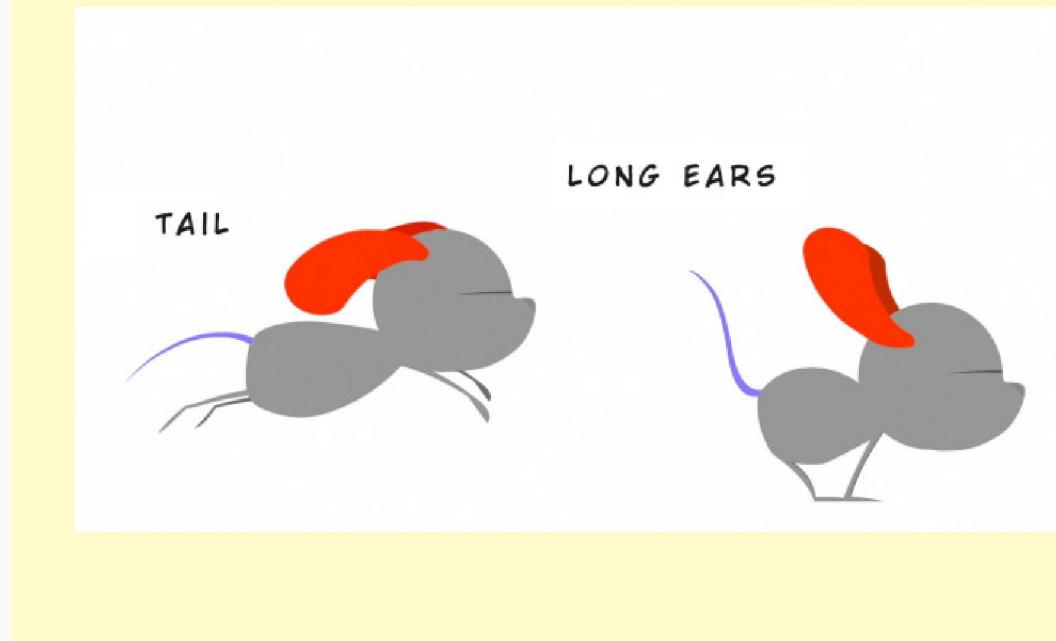
- (Follow-through and overlapping action)
- دنباله حرکت و همپوشانی
 - ۱- بدن انسان: برای کاراکتر های انسان می توان این اصل را به بخش های مختلفی مانند: بازو ها، گردن موهای سر، قسمت بالایی قفسه سینه، پaha و ... اعمال کرد. تمامی این بخش ها با یک تأخیری در مقایسه با قسمت اصلی بدن (main part or OVERLAP Leading part) حركت می کنند و در واقع عمل اصلی را





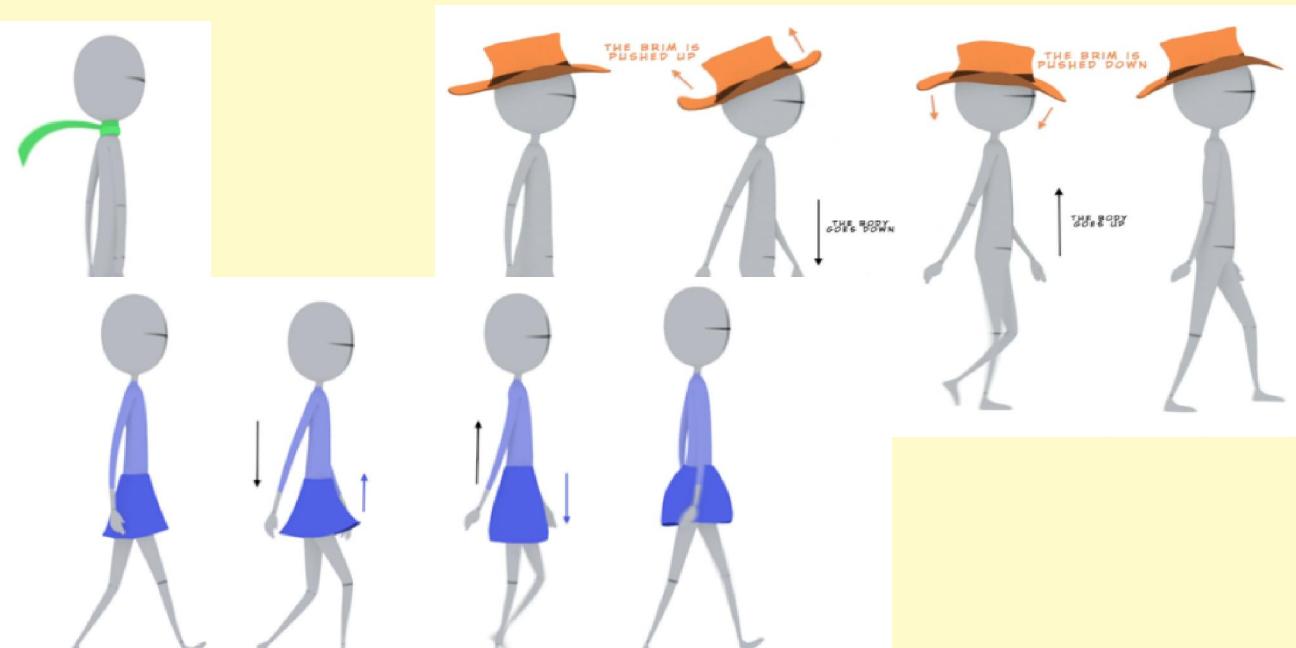
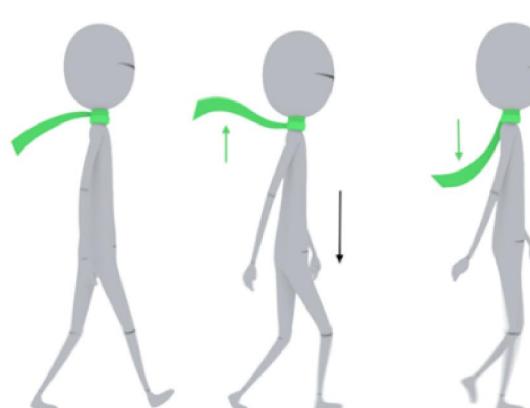
اصل ۶:

- (Follow-through and overlapping action)
- دنباله حرکت و همپوشانی
 - ۲- بدن حیوان: می توانیم یک گوش بلند و یا یک دم اضافه کنیم تا بتوانیم ازین قانون در انیمیتمان استفاده کنیم. به تصویرهای زیر دقต کنید، گوش های بلند برای موش و موی بلند برای کاراکتر پایین، به زیبایی همپوشانی و دنباله حرکت را به تصویر کشیده است.



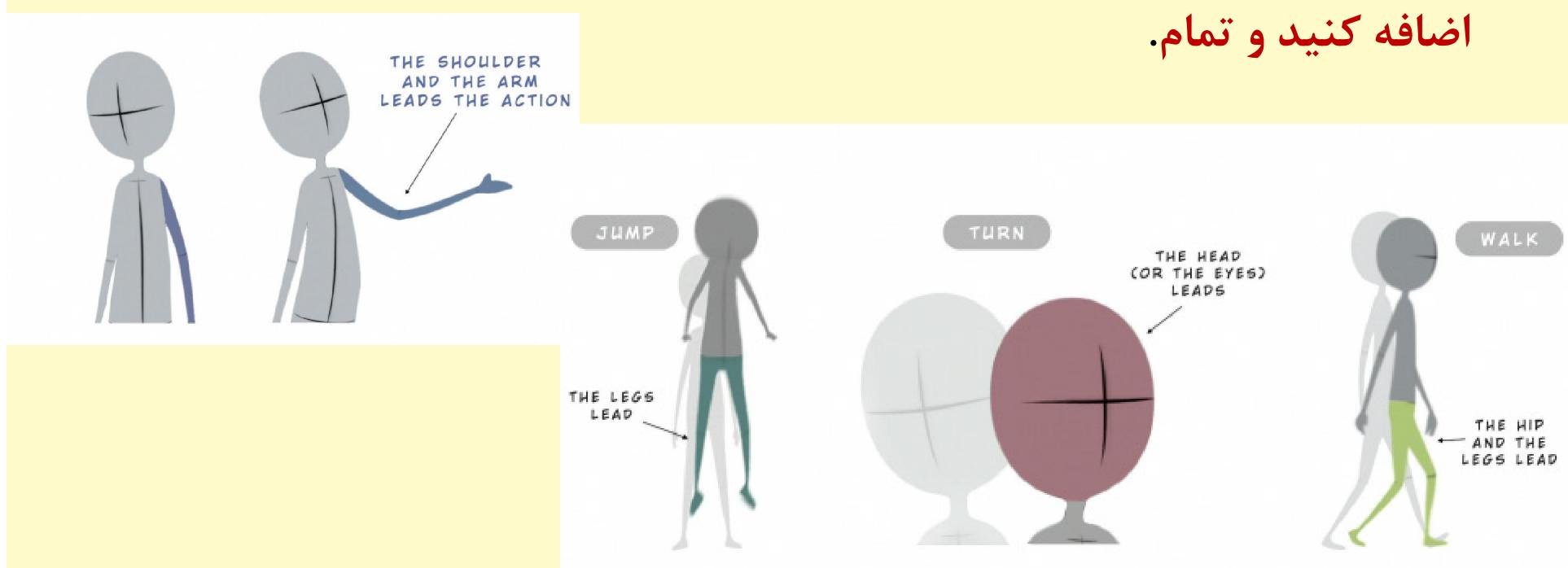
اصل ۶:

- دنباله حرکت و همپوشانی (Follow-through and overlapping action)
- ۳- لباس: از مواردی که باید از همپوشانی و دنباله حرکت استفاده کرد زمانی است کاراکتر ما دارای لباس هایی مانند: کلاه، شال، دامن، کت و ... باشد. اعمال این اصل برای لباس ها درست همانند قسمت ها بدن است. حرکت Leading part باعث حرکت لباس ها می شود و در اصطلاح لباس ها را Drag می کند و لباس ها نیز در جهت مخالف عکس العمل خود را با توجه به طول و وزن خود اعمال می کند



اصل ۶:

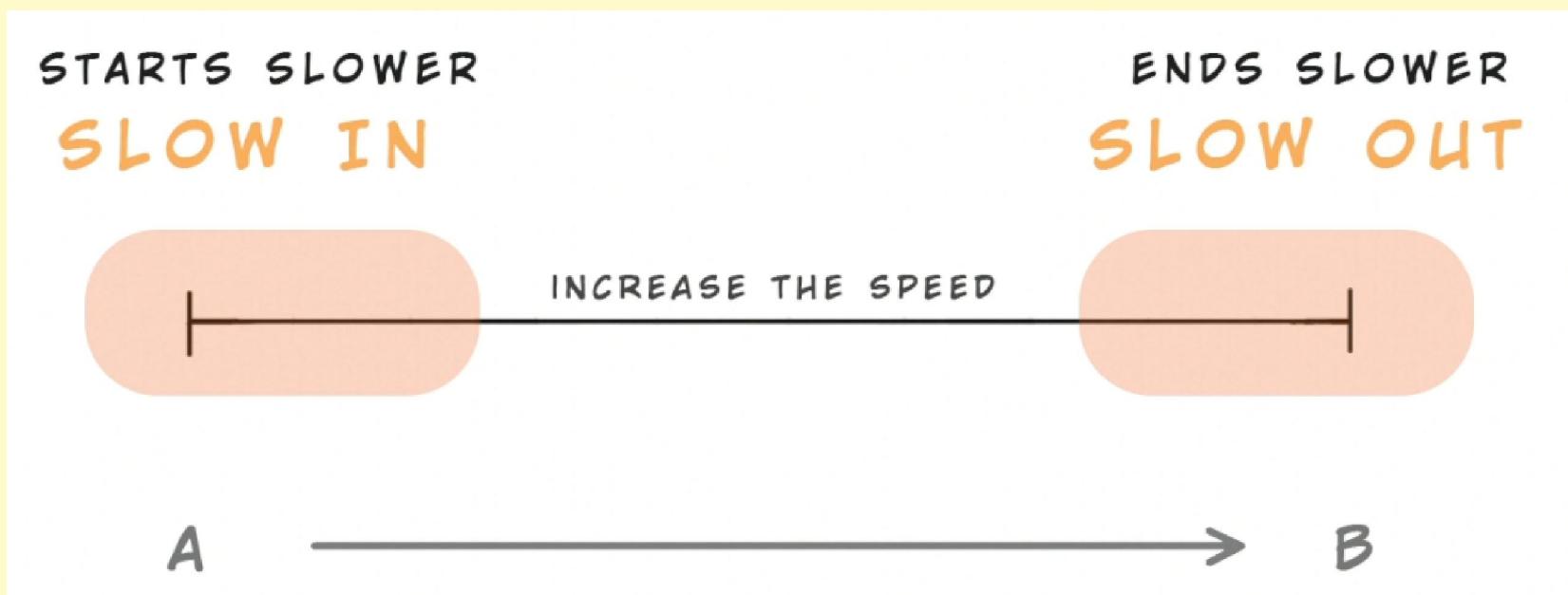
- **دنباله حرکت و همپوشانی** (Follow-through and overlapping action)
- **تشخیص بخش راهبر:** اگر برای چند لحظه به حرکتی که کاراکتر می خواهد انجام دهد دقت کنید، در خواهید یافت که **چه بخشی عمل اصلی را انجام می دهد.** در شکل زیر چند نمونه برای دریافتن نحوه تشخیص **Leading part** آمده است. زمانی که دریافتید کدام بخش عمل اصلی را انجام می دهد، تنها چیزی که برای تکمیل این اصل باقی می ماند این است که **به سایر بخش های مرتبط اندکی تاخیر را اضافه کنید و تمام.**





اصل ۷:

- شروع و پایان آهسته (Slow-in and slow-out)
- یک شی حرکت ثابت و به اصطلاح خطی را در طول حرکتش ندارد بلکه در ابتدای حرکت شتاب می‌گیرد و شروع به حرکت می‌کند و در انتهای حرکتش با کاهش شتاب و در نتیجه کاهش سرعت متوقف می‌شود.





اصل ۷:

شروع و پایان آهسته (Slow-in and slow-out)

یک شی حرکت ثابت و به اصطلاح خطی را در طول حرکتش ندارد بلکه در ابتدای حرکت شتاب می‌گیرد و شروع به حرکت می‌کند و در انتهای حرکتش با کاهش شتاب و در نتیجه کاهش سرعت متوقف می‌شود.

وقتی یک عملی آغاز می‌شود ما در فریم شروع، نقاشی‌های بیشتری را داریم، یک یا دو نقاشی در وسط و دوباره نقاشی‌های بیشتر در فریم انتهایی. نقاشی‌های کمتر باعث سریع شدن و نقاشی‌های بیشتر حس گند تر شدن را انتقال می‌دهد! **SLOW IN** & **SLOW OUT**

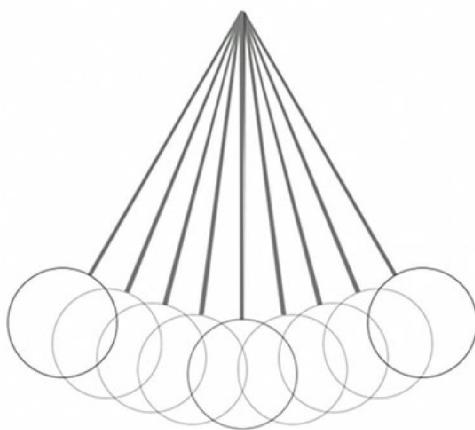




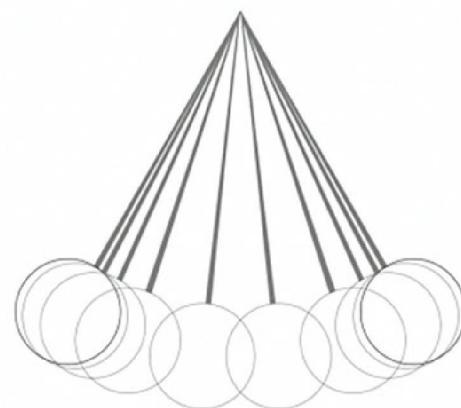
اصل ۷:

▪ شروع و پایان آهسته (Slow-in and slow-out)

▪ یکی از اصولی که ارتباط تنگاتنگ و بسیار نزدیکی با **EASE IN & EASE OUT** دارد **TIMING** بدون **SPACING** است! برای رعایت **TIMING** آن عمل دست نزنید. چیزی که شما نیاز دارید برای اجرای این اصل چیزی جز اعمال تغییرات در **SPACING** به **IN-BETWEEN** وسیله **های** نیست.



حرکت خطی
LINEAR INTERPOLATION
سرعت یکنواخت بین
IN-BETWEEN ها



حرکت غیرخطی
slow in & slow out
اعمال IN-BETWEEN به ها





اصل ۷:

شروع و پایان آهسته (Slow-in and slow-out)

یک شی حرکت ثابت و به اصطلاح خطی را در طول حرکتش ندارد بلکه در ابتدای حرکت شتاب می‌گیرد و شروع به حرکت می‌کند و در انتهای حرکتش با کاهش شتاب و در نتیجه کاهش سرعت متوقف می‌شود.

وقتی یک عملی آغاز می‌شود ما در فریم شروع، نقاشی‌های بیشتری را داریم، یک یا دو نقاشی در وسط و دوباره نقاشی‌های بیشتر در فریم انتهایی. نقاشی‌های کمتر باعث سریع شدن و نقاشی‌های بیشتر حس گند تر شدن را انتقال می‌دهد!

SLOW IN & SLOW OUT





اصل ۷:

■ شروع و پایان آهسته (Slow-in and slow-out)

■ پاندول ساعت یکبار با فرمول **SLOW-FAST-SLOW** و بار دیگر با یک حرکت خطی به تصویر کشیده شده است، که در طول انجام عمل **IN-BETWEEN** ها سرعت برابر دارند.

