СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

Анимация

ТЕМА №11

Съдържание

Тема 11: Анимация

- Принципи на анимацията
- Линейно движение
- Движение от точка до точка

Принципи на анимация

За анимацията

Етимология

- От латински **animo** – давам живот

Общ корен с други думи

- Аниматор (на филми, на гости)
- Анималист (художник на животни)
- Аниме (японска анимация)
- Анимизъм (всичко е живо и има душа)
- Реанимация (в болницата)

Анимацията е двупосочна измама

- Аниматорът мами зрителя (целенасочено)
- Зрителят се оставя да е мамен (със задоволство)

Следствие

- С проектите и домашните трябва да ме измамите…
  … по начина, по който ви уча да мамите

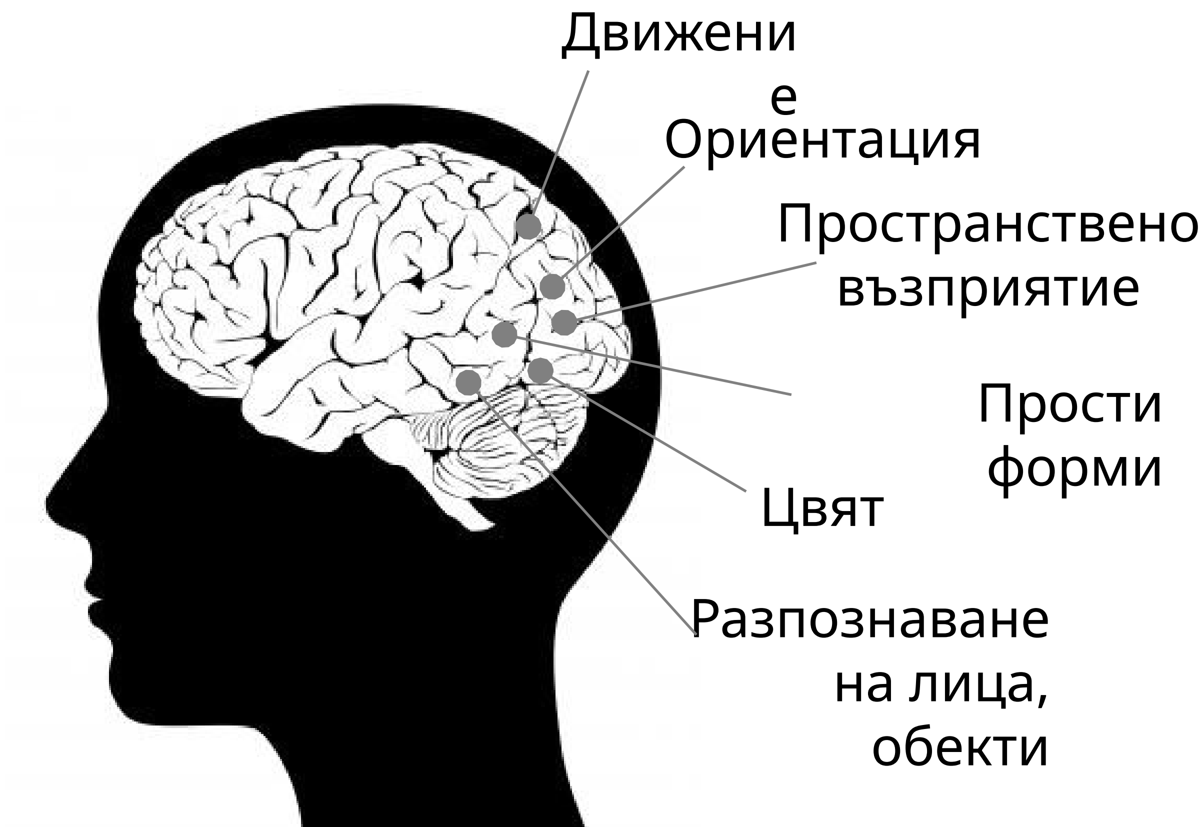
Биологическа предпоставка

- Човек гледа с очите, но вижда с мозъка
- Сензорите в очите, нервните пътища и мозъкът имат ограничен капацитет

Човек не вижда

- Прекалено бавните движения
- Прекалено бързите движения
- Прекалено невидимите движения
- … или докато мижи (жуми)

Човешкият мозък*



* Не е в реален

Снимка:

Виждане

Картина в мозъчната кора

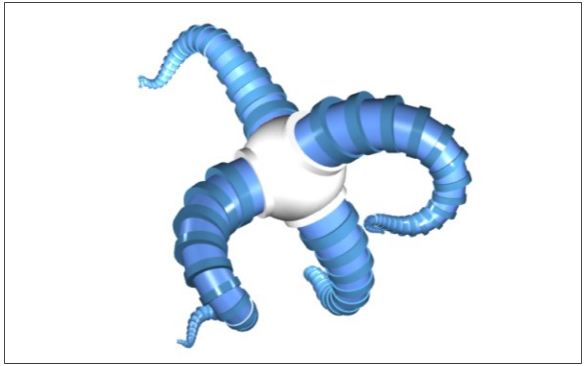
- Задържа се за около 1/15 от секундата

Ако в мозъка постъпват

- По-малко от 15 образа в секунда – виждат се като различни образи
- Повече от 15 образа в секунда – виждат се като непрекъснато движение

Илюстрация

- Една и съща анимация с различни fps



Акинетопсия

- Невъзможност да се вижда движение
  (травма във визуалния кортекс)

Veränderungsblindheit

- Свойство на човешкото зрение да не забелязва някои движения

Пак за анимацията

Реализация

- Създава отделни кадри
- Ако има движение, то е дискретно
  (в смисъл обратно на непрекъснато, а в другия си смисъл е извън курса)

Възприема се като движение

- Ако кадрите се сменят бързо
- Ако кадрите се променят бавно

Брой кадри в секунда

- FPS (*Frame per second*)
- Има много стандарти – 24, 25, 30, 60, …
- Исторически първият е 24 fps – от специфичната скорост на филмовите ленти – 18 инча в минута (а пък ширината на релсовият път идва от осевото разстояние на колесниците в Древен Рим)

Нисък FPS

- Щади обема на визуални данни, който се генерира
- Удобен за бавни и спокойни сцени

Висок FPS

- Изисква сериозна производителност
- Удобен за спортни предавания, екшъни сцени, компютърни игри, 3D филми

Реализация

Техники в анимацията

- Дескриптивна, релативна, трансформационна
- Могат да се ползват комбинирано

Дескриптивна анимация

- Обектите са описани с техните свойства
- Промяната им създава анимация
  (движението в 3D е чрез промяна на центъра и главните о́си)
- Най-лесна за използване

Пример

- „Завъртú се в тази посока“

Релативна анимация

- Задава се относителната промяна на свойствата, а не абсолютната промяна
- Движение чрез вектори, тангенти, …
- По-трудна, ползва диференциална геометрия

Пример

- „Завъртú се наляво“

Трансформационна анимация

- Промяната се реализира с умножение с матрици
- Най-мощна, почти всичко се прави с матрици – движение, въртене, мащабиране, проекция, …

Пример

- „Умножѝ се с $\begin{pmatrix} 1 & 3 & 0 & -1 \\ 0 & -2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 3 & 1 \end{pmatrix}$"

Анимационен цикъл

Отчайващо опростен псевдокод

```
Създаване на обекти
Цикъл по брой кадри
{
    Начало на нов кадър
    Промяна на обекти
    Рисуване на обекти
    Показване на готов кадър
}
```

Линейно движение

Линейно движение

Видове

- Праволинейно – неправолинейно
- Равномерно – неравномерно
- Еднопосочно – двупосочно

Реализации

- Чрез вектор на скоростта, точка на целта и уравнение на траекторията

Движение чрез вектор

Линейно движение с вектор

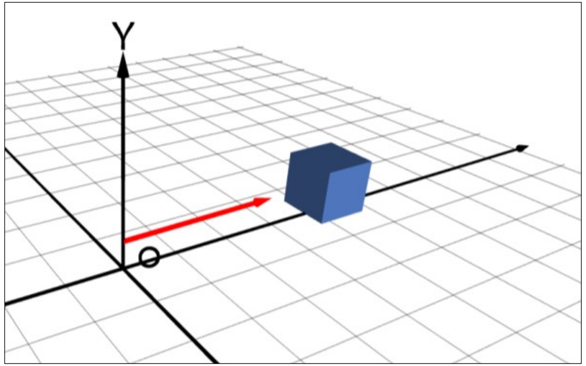
- Векторът указва посоката и скоростта
- Движението е праволинейно и равномерно
  (при константен вектор)

Реализация

$$P_i = P_{i-1} + \vec{v}$$

Пример с движение с вектор

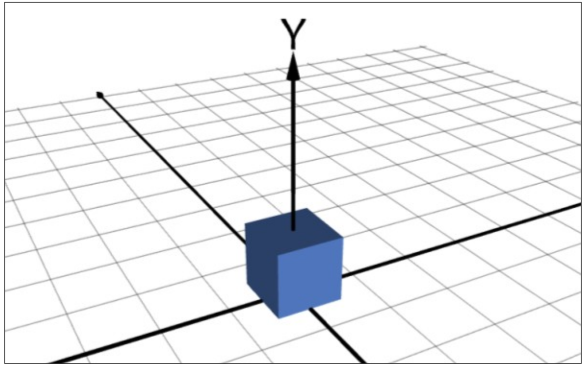
- Брой повторения (време t) и вектор (скорост $\vec{v}$)



$$\text{for } (1 \ldots t)\ P = P + \vec{v};$$

Същото движение и разстояние

- Но с по-голяма скорост



Особености

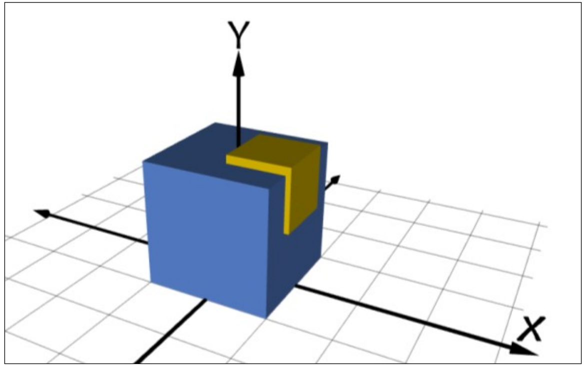
- Времето е измерено с брой кадри
- Видимата скорост зависи от хардуера
- Има максимална скорост

Две движения

Две кубчета, иска се следното:

- Горното се плъзга встрани (скорост $\vec{v}_h$)
- После пада надолу (скорост $\vec{v}_v$)

for $(1 \dots t)$
{
$P = P + \vec{v}_h;$
$P = P + \vec{v}_v;$
}



Защо толкова зле?

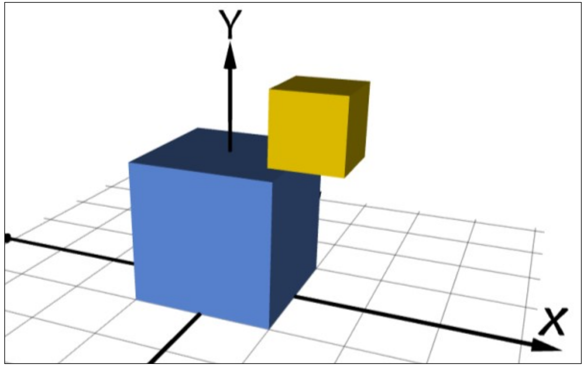
- Поради движенията – отделни са
- А трябва да са едно след друго

for $(1 \dots t_h)$

$P = P + \overrightarrow{v_h};$

for $(1 \dots t_v)$

$P = P + \overrightarrow{v_v};$

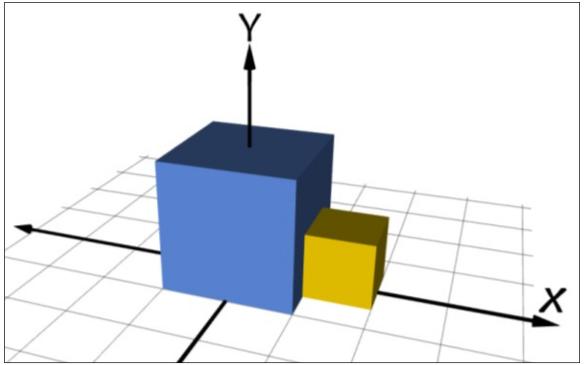


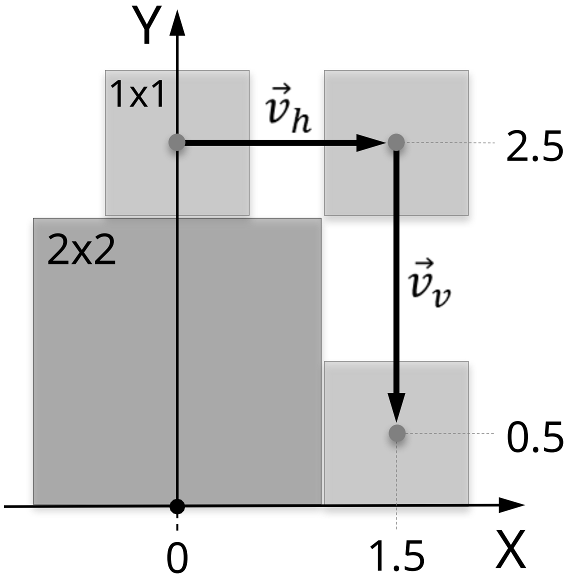
О, пак дефект

- Не пада, а пропада
- Нужно е смятане

$S_h = 1.5, t_h = 100, v_h = 0.015$

$S_v = 2.0, t_v = 50, v_v = 0.04$





Поука №1

- За повечето анимации трябва да се изчисляват разни параметри

Поука №2

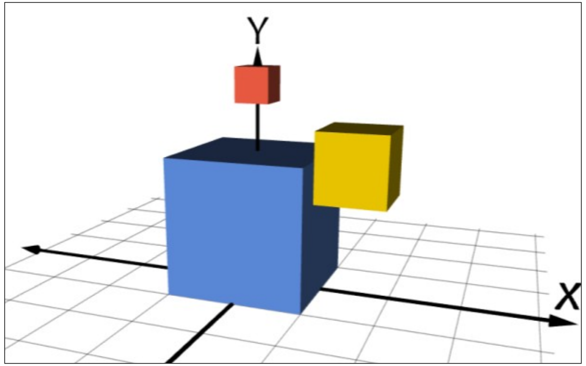
- Времето (броят кадри) е цяло число и параметрите трябва да са съгласувани с това

Три движения

Искаме три кубчета едно над друго

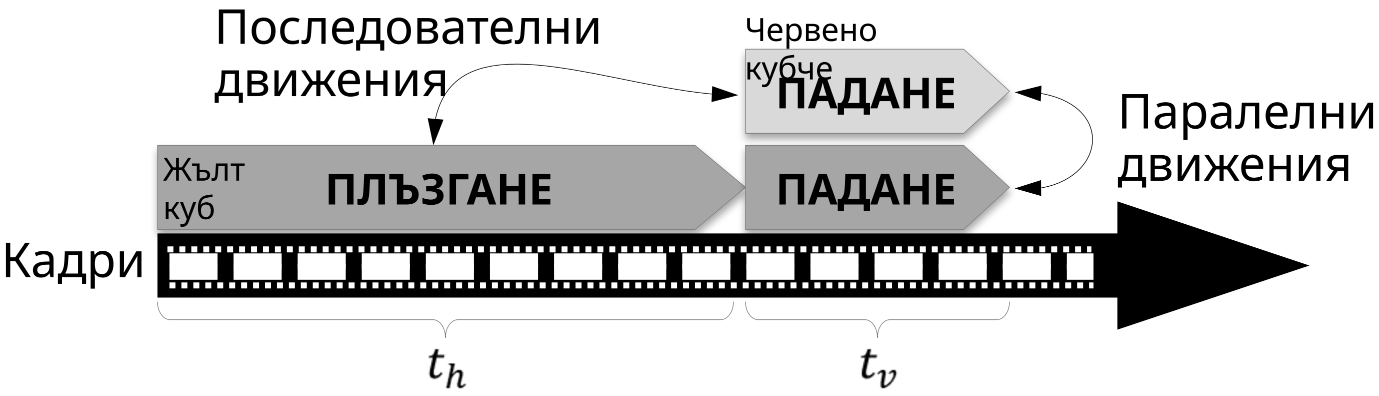
- Средното P се плъзга ($\vec{v}_h$) и пада ($\vec{v}_v$)
- Горното Q просто пада ($\overrightarrow{w_v}$)

for $(1 \dots t_h)$
$\quad P = P + \overrightarrow{v_h}$;
for $(1 \dots t_v)$
{
$\quad P = P + \overrightarrow{v_v}$;
$\quad Q = Q + \overrightarrow{w_v}$;
}



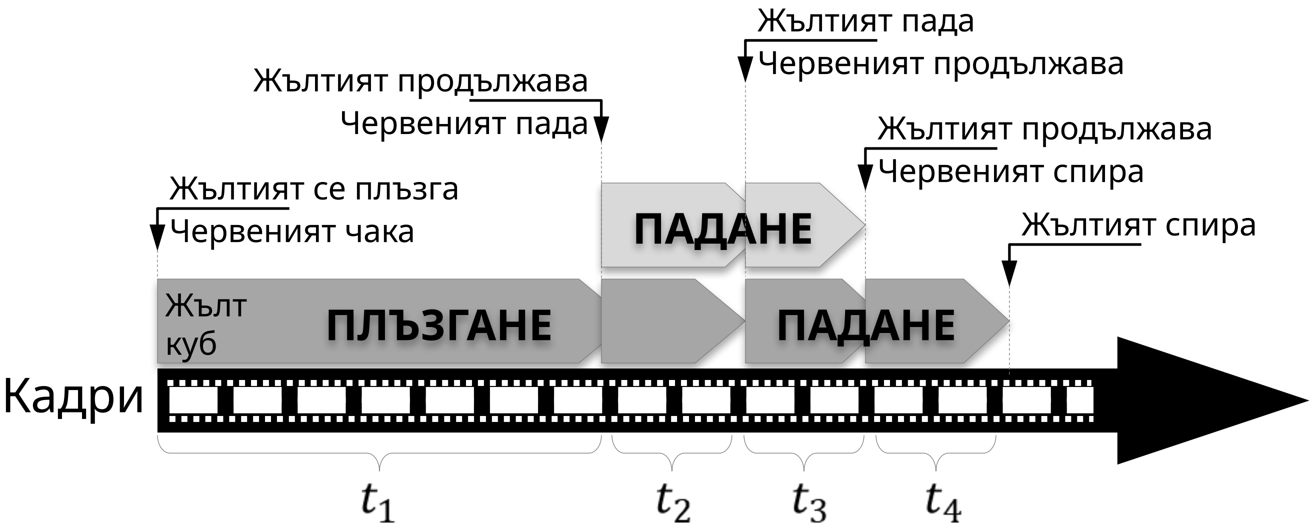
Проблем с новия куб

- Увисва във въздуха
- Допустимо само за детски анимации



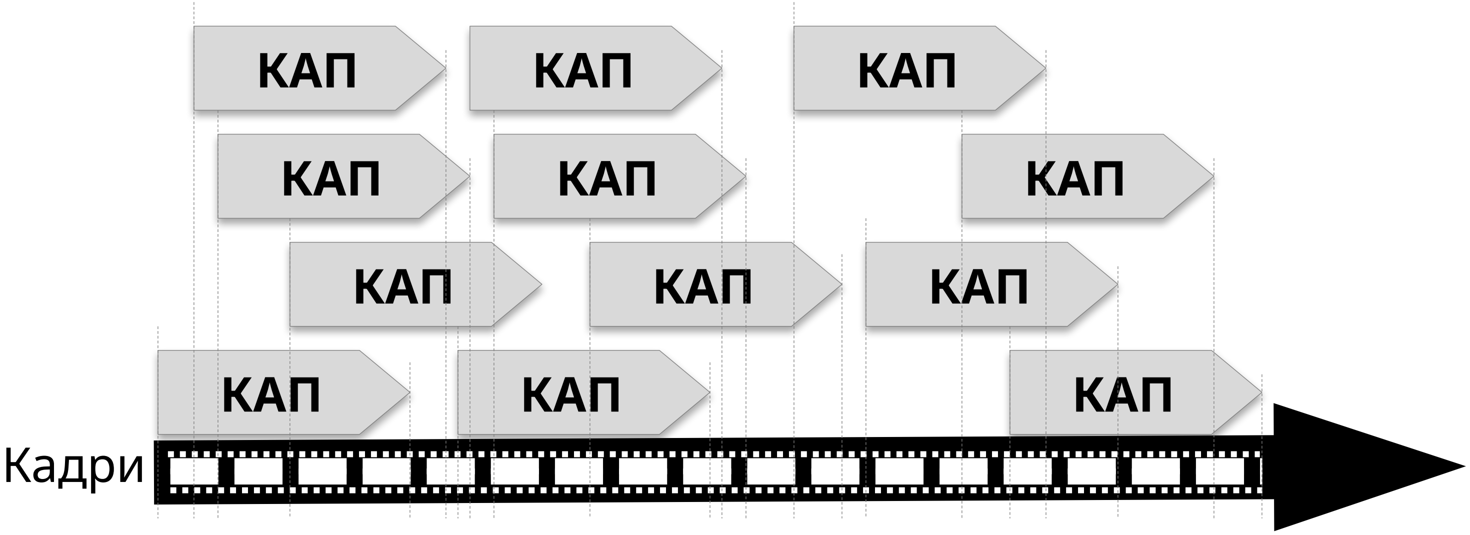
Наивна реализация

- Падането се изнася по-рано
- Движения вече се преплитат
- Разделят се на фрагменти, които не се преплитат



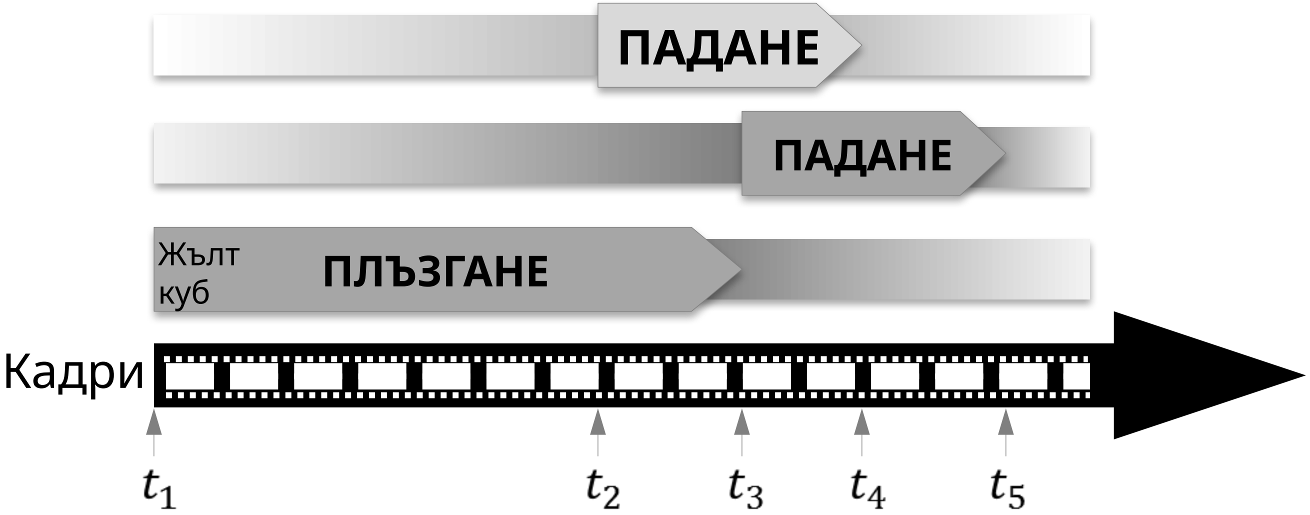
Защо наивна?

- Найлонова торба с китайска бира
- Спукана на 4 места, капят по 3 капки
- Цели 21 интервала



Решение

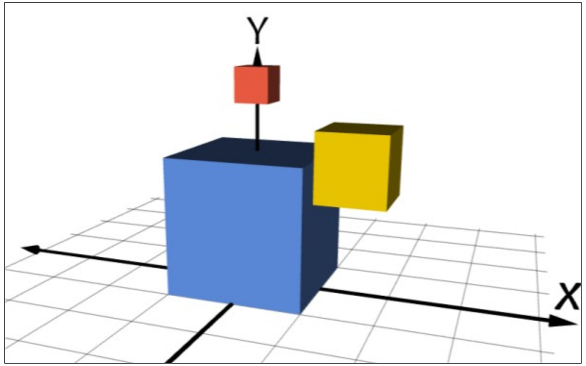
- Движенията дремят през цялото време
- Събуждат се само при нужда
- Независими са едно от друго



Да го пробваме

– Предварително сме изчислили точните моменти $t_1 \dots t_5$

for $(t_1 \dots t_5)$
{
    if $(t_1 \dots t_3)$ $P = P + v_h$;
    if $(t_3 \dots t_5)$ $P = P + v_v$;
    if $(t_2 \dots t_4)$ $Q = Q + w_v$;
}



Движение от точка
до точка

От точка до точка

Движение от точка до точка

- Най-често срещано движение
- Примитивна форма на движение по траектория

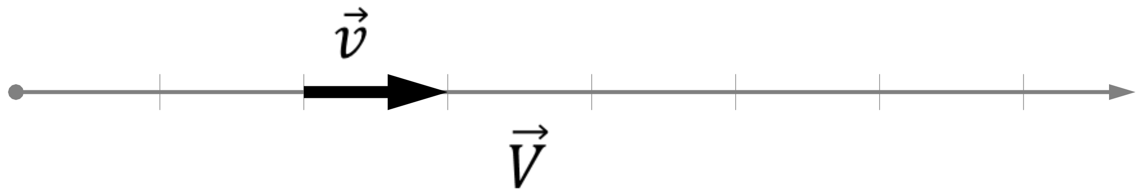
Реализация

- Чрез вектор на скоростта
- Чрез линейна комбинация

Вектор на скоростта

Пресмятане на вектора

- Разглеждаме отсечката като вектор $\vec{V}$
- Определяме желания брой стъпки (кадри) n
- Векторът на скоростта е $\vec{v} = \frac{1}{n}\vec{V}$



Преимущества

- Бързи и лесни сметки
- Удобно за праволинейно равномерно движение

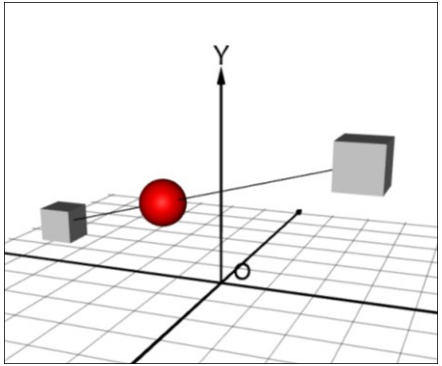
Недостатъци

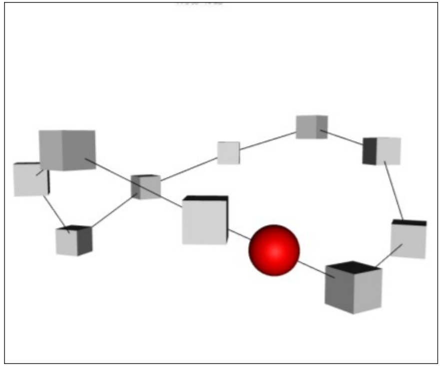
- Неудобно за неравномерно движение
- Неудобно при движеща се целева точка

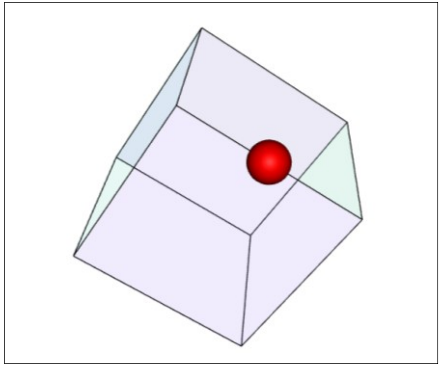
Пример

Движения с вектор

- Между случайни точки, по пръстен от отсечки и по ръбовете на куб







По-сложен пример

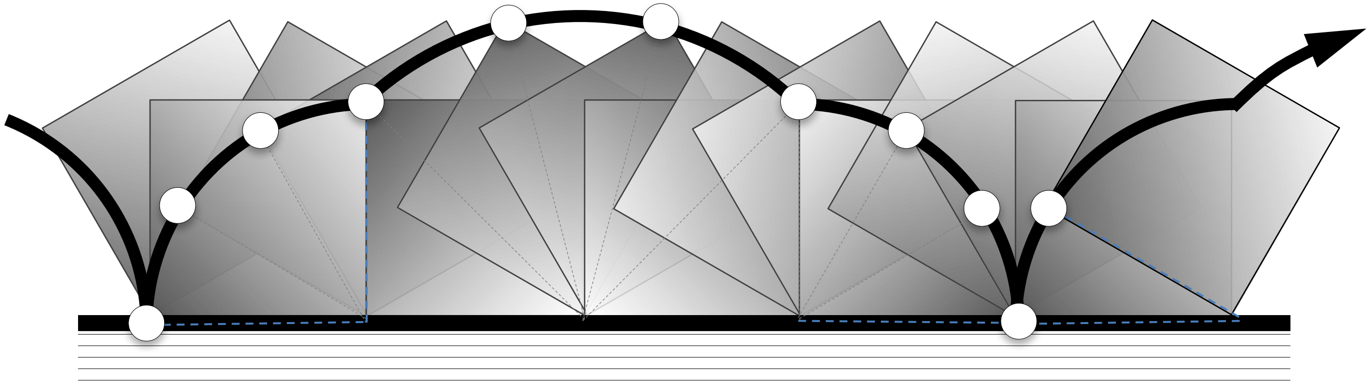
Търкалящо се кубче

- Кубче пада на лента
- Почва да се търкаля по нея
- Стига до края ѝ и пада

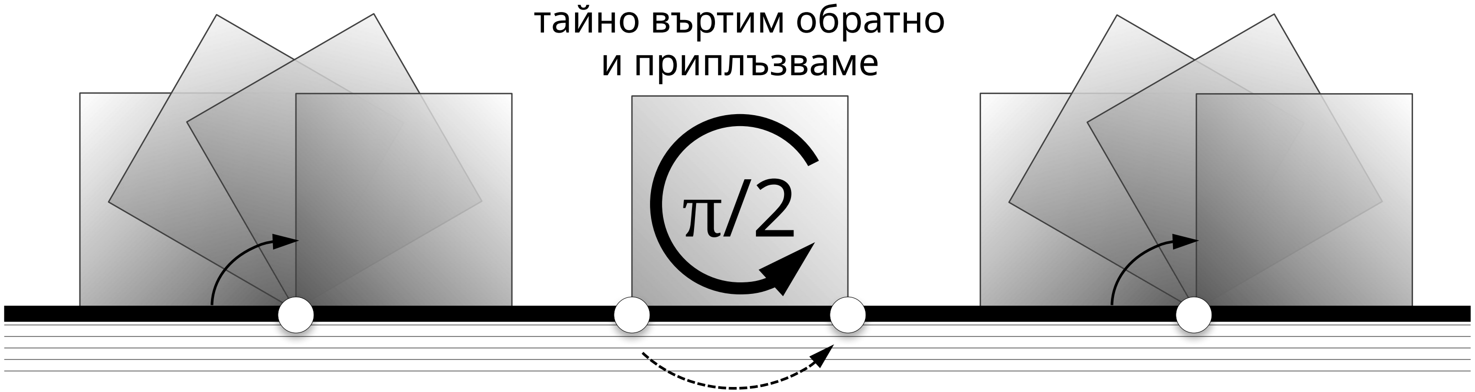
Основен проблем

- Има свойство за завъртяност на куб около един от ръбовете, но как да се завърти около другите?

- Решение №1: Смята се неприятна траектория

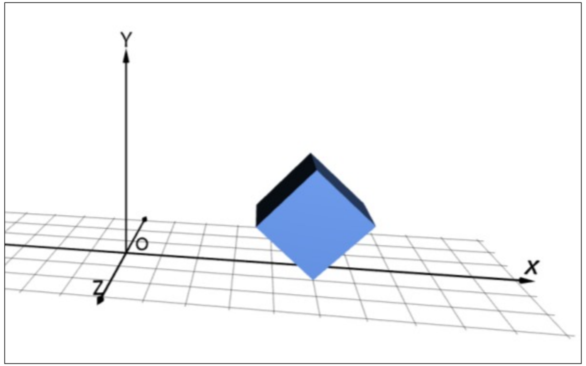


- Решение №2: Не се смята, а се мами(м)



На живо с поука

- Не всеки кадър трябва да се показва
- Налагат се скрити промени



Линейна комбинация

Движение с линейна комбинация

- Началната и крайната точка
- Параметър $k \in [0,1]$ за координатите

Преимущества

- Ако k е неравномерно и движението е неравномерно
- Могат да се променят в реално време началната и крайната точка

Свързани пространства

- Две (или повече) пространства
  - С различна размерност
  - С различни координатни системи
- Движение в едното се проектира в другото
- Движение с линейна комбинация е най-лекото приложение на свързаните пространства

За нашия пример

Пространство Π_1

- Времето тече паралелно с кадрите
- Движението в това пространство е на времето – равномерно и линейно $t_i = t_{i-1} + 1$

Пространство Π_2

- По естетически съображения се иска движението да е n пъти по-бързо $T = nt$

Пространство Π_3

- Едномерно (т.е. има само линия)
- Координатите на точка са (k)
- Движението е на k в $[0,1]$: $k = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sin T$

Пространство Π_4

- Декартово, координатите са (x, y, z)
- Използва се движението на k от Π_3
- Движението в Π_4 е линейна комбинация от крайните точки A и B: $p = (1 - k)A + kB$

Това бе елементарен пример

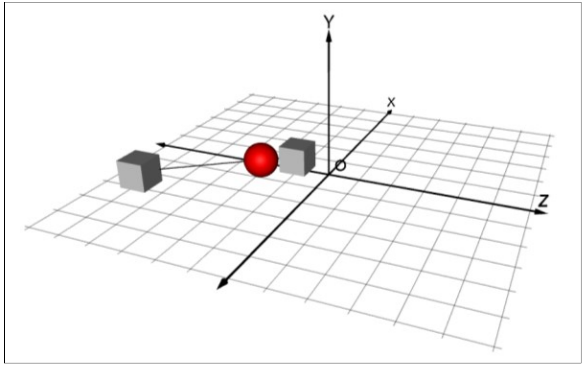
- Можеше и без явни свързани пространства, а направо с

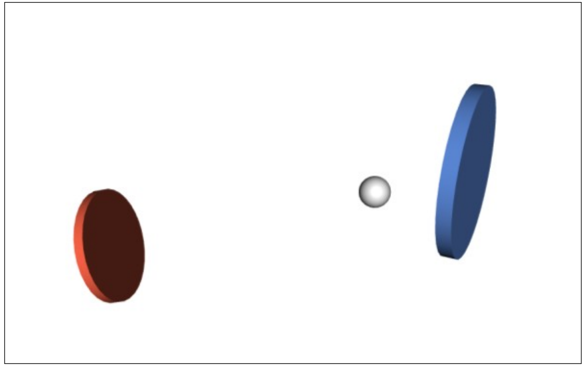
$$p(t) = \frac{1}{2}\left[(1 - \sin nt)A + (1 + \sin nt)B\right]$$

$$= \frac{B + A}{2} + \frac{B - A}{2}\sin nt$$

Реализация

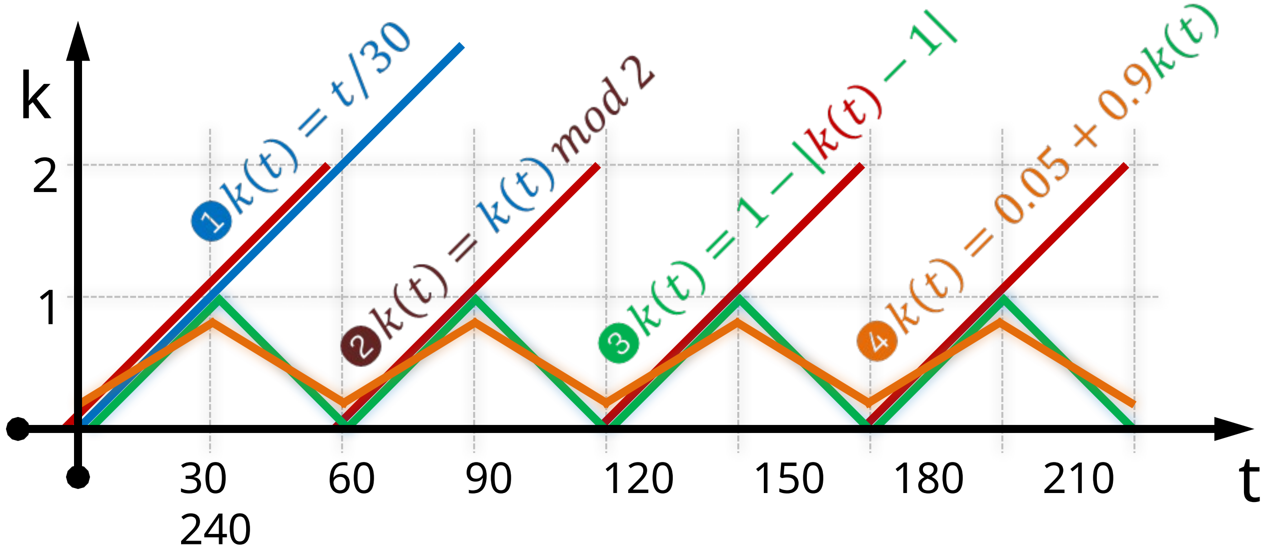
- На оригиналната задача
- Вариант на тенис на въздух





А без sin(x) или cos(x)?

- Равномерно движение напред-назад
- Бленува се за $k(t) \in [0.05, 0.95]$, без $\sin x$



Въпроси?

Повече информация

AGO1 стр. 67-68

LENG стр. 341-343

PARE стр. xv-xx, 1-29

BAGL стр. 142-154

Край