Lecture #14. 시간

2D 게임 프로그래밍

이대현 교수

한국공학대학교
TECH UNIVERSITY OF KOREA

학습 내용

- 프레임 시간
- 프레임 속도
- 프레임 시간을 활용한 객체 운동의 동기화

시간의 개념이 없는 코드의 문제점?

```
while running:

    # Game Logic
    player.x += 10

    # Game Rendering
    player.draw()
```

초창기의 CPU 종속적 게임

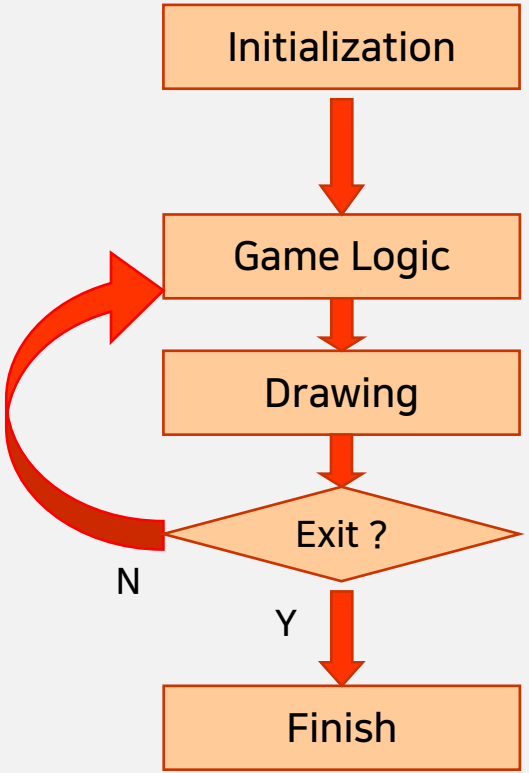
- 시간 개념이 없음.
- 그냥 물체의 움직임을 pixel 값의 변화로 표시
- 문제점은?
  - CPU 성능에 따라, 물체의 움직이는 속도가 달라짐.
  - single player 게임에서는 문제가 아닐수도…

프레임(Frame)

- 특정 시점에서 씬(장면)을 화면에 그린 한장의 그림.

- 드로잉(렌더링)의 결과물
  - 드로잉(렌더링)이 끝나는 시점에 만들어짐.

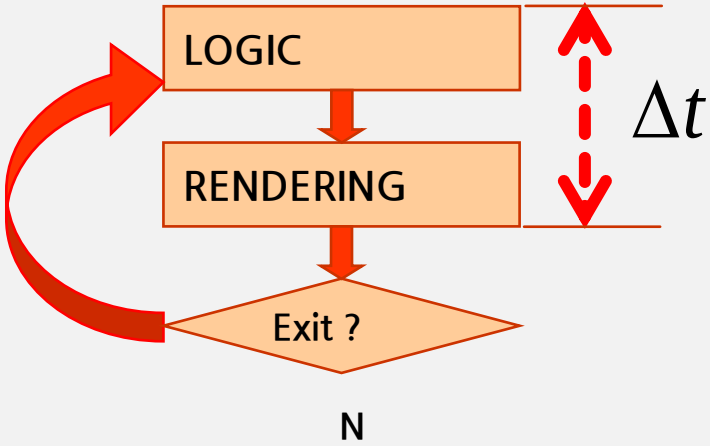
- 스크린샷



프레임 시간(Frame Time)

- 한장의 프레임을 만들어내는데 걸리는 시간.

- time delta 또는 delta time 이라고 함.



프레임 속도(Frame Rate)

- 프레임 속도란?
  - 얼마나 빨리 프레임(일반적으로 하나의 완성된 화면)을 만들어 낼 수 있는지를 나타내는 척도
  - 일반적으로 초당 프레임 출력 횟수를 많이 사용한다.
  - FPS(Frame Per Sec)
  - 컴퓨터 게임에서는 일반적으로 최소 25~30 fps 이상이 기준이며, 최근엔 60/120fps

- 프레임 시간과 프레임 속도의 관계

Frame per sec = 1 / Frame time

프레임 시간과 프레임 속도 측정

game_framework.py


```
import time

def run(start_mode):
    global running, stack
    running = True
    stack = [start_mode]
    start_mode.init()

    global frame_time
    frame_time = 0.0
    current_time = time.time()
    while running:
        stack[-1].handle_events()
        stack[-1].update()
        stack[-1].draw()
        frame_time = time.time() - current_time
        frame_rate = 1.0 / frame_time
        current_time += frame_time
        print(f'Frame Time: {frame_time}, Frame Rate: {frame_rate}')
```

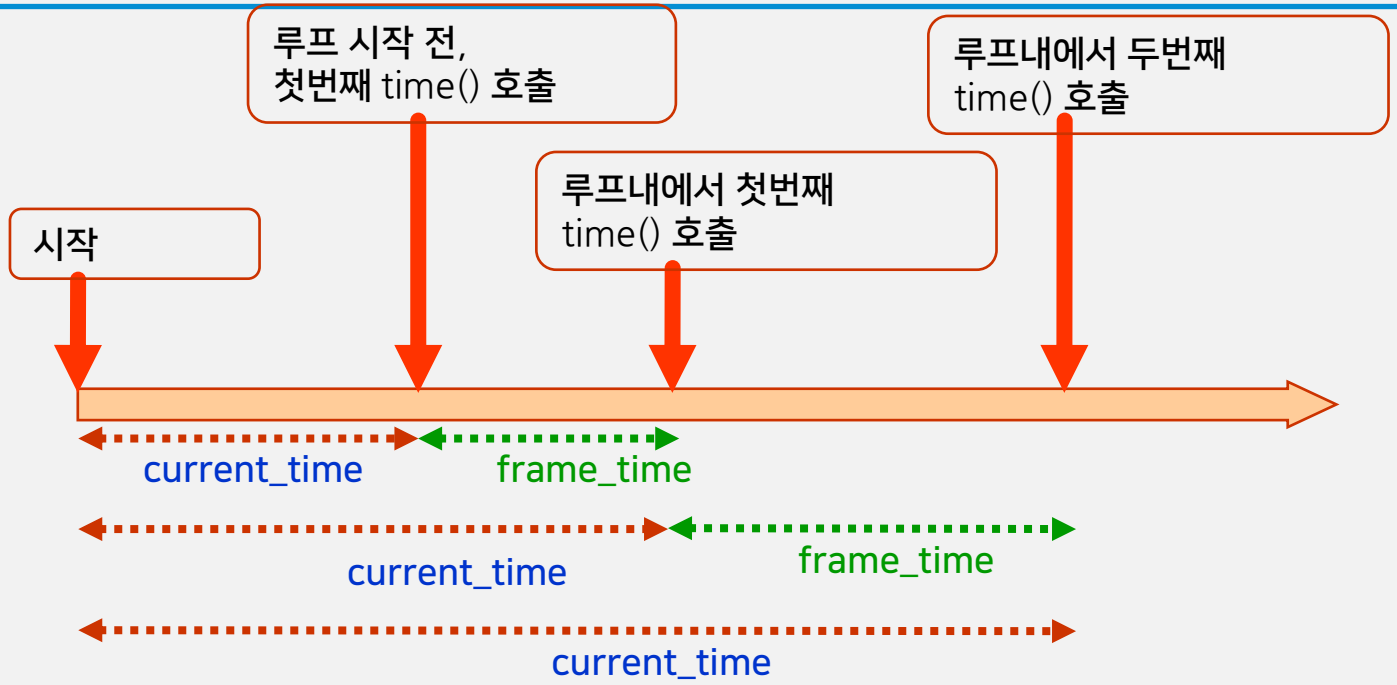
Time 모듈

- **Unix epoc time**
  - 1970년 1월 1일 AM 0시 기준.
  - 많은 프로그램들의 기준 시작 시간으로 활용됨.

- **time.time()**
  - Unix epoc time에서 시작되어 경과된 시간(초)

```
>>> import time
>>> time.time()
1621468685.019336
```

프레임 시간의 계산



프레임 시간: frame_time = time() - current_time

프레임 속도: frame_rate = 1.0 / frame_time

프레임 속도와 프레임 시간

```
Frame Time : 0.002991 sec, Frame Rate: 334.287399 fps
Frame Time : 0.002006 sec, Frame Rate: 498.431848 fps
Frame Time : 0.003978 sec, Frame Rate: 251.381720 fps
Frame Time : 0.001994 sec, Frame Rate: 501.531030 fps
Frame Time : 0.001995 sec, Frame Rate: 501.351183 fps
Frame Time : 0.002993 sec, Frame Rate: 334.074393 fps
Frame Time : 0.001995 sec, Frame Rate: 501.171466 fps
Frame Time : 0.001994 sec, Frame Rate: 501.411118 fps
Frame Time : 0.003989 sec, Frame Rate: 250.720545 fps
Frame Time : 0.001994 sec, Frame Rate: 501.531030 fps
Frame Time : 0.002992 sec, Frame Rate: 334.234122 fps
Frame Time : 0.002993 sec, Frame Rate: 334.127619 fps
Frame Time : 0.001995 sec, Frame Rate: 501.231358 fps
Frame Time : 0.002993 sec, Frame Rate: 334.101004 fps
Frame Time : 0.002989 sec, Frame Rate: 334.607419 fps
Frame Time : 0.002995 sec, Frame Rate: 333.941401 fps
Frame Time : 0.002991 sec, Frame Rate: 334.367347 fps
Frame Time : 0.002992 sec, Frame Rate: 334.180862 fps
Frame Time : 0.002992 sec, Frame Rate: 334.260759 fps
Frame Time : 0.002993 sec, Frame Rate: 334.154238 fps
Frame Time : 0.002991 sec, Frame Rate: 334.367347 fps
Frame Time : 0.003989 sec, Frame Rate: 250.720611 fps
```

균일하지 않다? 왜?

문제점은?

- **프레임 시간은 균일하지 않다..**
  - 씬이 복잡하거나, 처리해야 할 계산이 많으면 시간이 많이 걸림
  - 동일한 씬이라도, 컴퓨터의 성능에 따라서도 차이가 남.

- **문제점은?**
  - 게임의 실행속도가 컴퓨터마다,,,, 또는 게임 내의 씬의 복잡도에 따라 달라지므로, 게임 밸런싱에 큰 문제를 야기함.
    - ex. 캐릭터의 이동속도가 달라짐..

해결 방법은?

- 아예 고정하기…
  - 그래픽 라이브러리 자체에서 싱크를 조정하도록…
  - open_canvas(1600, 600, sync=True)
  - 60fps 로 고정할 수 있음.
  - 문제점은???

```
Frame Time : 0.016958 sec, Frame Rate: 58.970053 fps
Frame Time : 0.016488 sec, Frame Rate: 60.649016 fps
Frame Time : 0.016920 sec, Frame Rate: 59.101341 fps
Frame Time : 0.016955 sec, Frame Rate: 58.978345 fps
Frame Time : 0.016955 sec, Frame Rate: 58.978345 fps
Frame Time : 0.016024 sec, Frame Rate: 62.406880 fps
Frame Time : 0.016958 sec, Frame Rate: 58.970053 fps
Frame Time : 0.016257 sec, Frame Rate: 61.512686 fps
Frame Time : 0.016387 sec, Frame Rate: 61.022260 fps
Frame Time : 0.017181 sec, Frame Rate: 58.203294 fps
Frame Time : 0.015956 sec, Frame Rate: 62.673580 fps
Frame Time : 0.017683 sec, Frame Rate: 56.552159 fps
Frame Time : 0.015957 sec, Frame Rate: 62.669834 fps
Frame Time : 0.016971 sec, Frame Rate: 58.922833 fps
Frame Time : 0.017946 sec, Frame Rate: 55.721968 fps
Frame Time : 0.014961 sec, Frame Rate: 66.839368 fps
Frame Time : 0.016957 sec, Frame Rate: 58.972541 fps
Frame Time : 0.016952 sec, Frame Rate: 58.991617 fps
Frame Time : 0.016956 sec, Frame Rate: 58.976687 fps
Frame Time : 0.015956 sec, Frame Rate: 62.673580 fps
```

아주 아주 아주 근사한 방법

- 게임 객체들의 운동에 “시간”의 개념을 도입

거리 = 경과시간 * 속도

위치 = 초기 위치 + 거리

frame time을 이용한 객체 위치 계산

- 그 시간 동안 이동한 거리를 구한다.
  - x : 객체의 위치
  - v : 객체의 속도(등속 운동 가정)

$$x_{\text{다음프레임}} = x_{\text{현재프레임}} + v\Delta t$$

이동거리 = 경과시간 * 속도


```
distance = frame_time * velocity
x = x + distance
```

프레임 시간에 따른 객체 이동 구현

boy.py (1) – 속력 계산


```
# Boy Run Speed
PIXEL_PER_METER = (10.0 / 0.3)  # 10 pixel 30 cm
RUN_SPEED_KMPH = 20.0  # Km / Hour
RUN_SPEED_MPM = (RUN_SPEED_KMPH * 1000.0 / 60.0)
RUN_SPEED_MPS = (RUN_SPEED_MPM / 60.0)
RUN_SPEED_PPS = (RUN_SPEED_MPS * PIXEL_PER_METER)
```

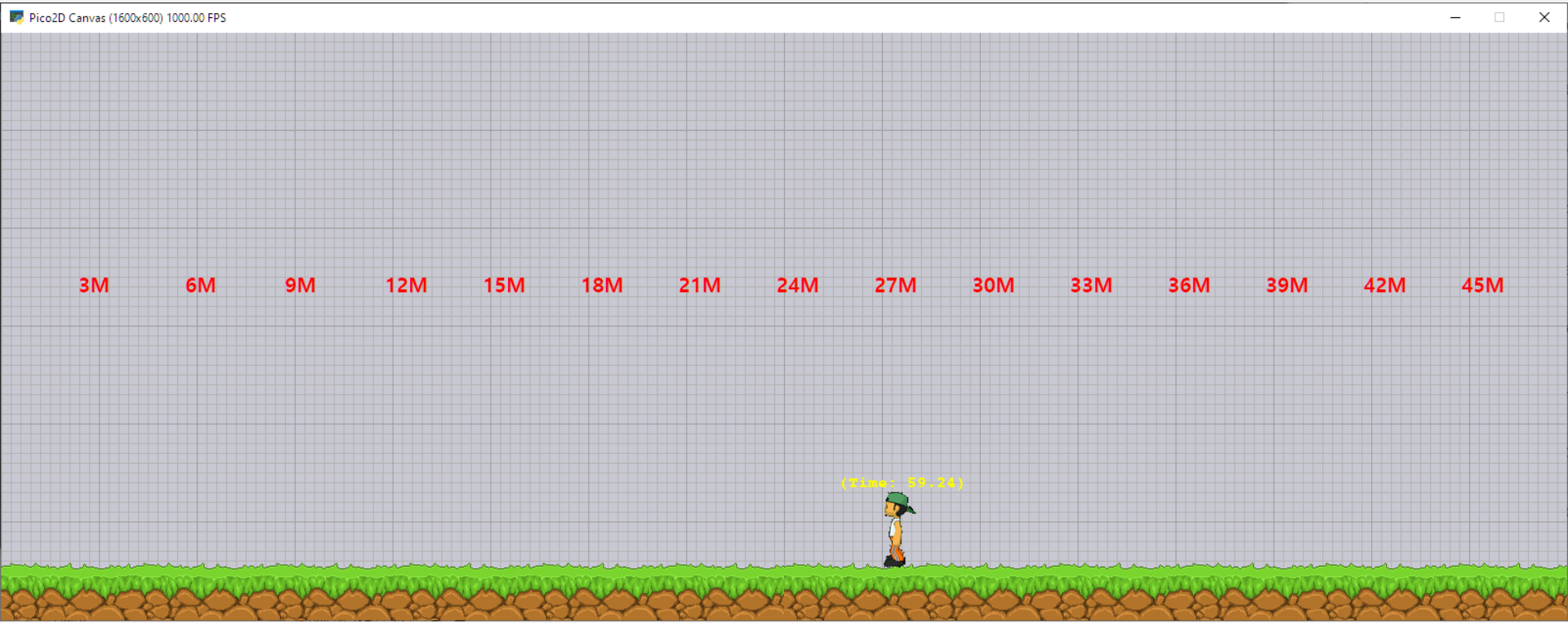
boy.py (2) – 위치 계산


```
class Run:


    @staticmethod
    def do(boy):
        boy.frame = (boy.frame + 1) % 8
        boy.x += boy.dir * RUN_SPEED_PPS * game_framework.frame_time
```

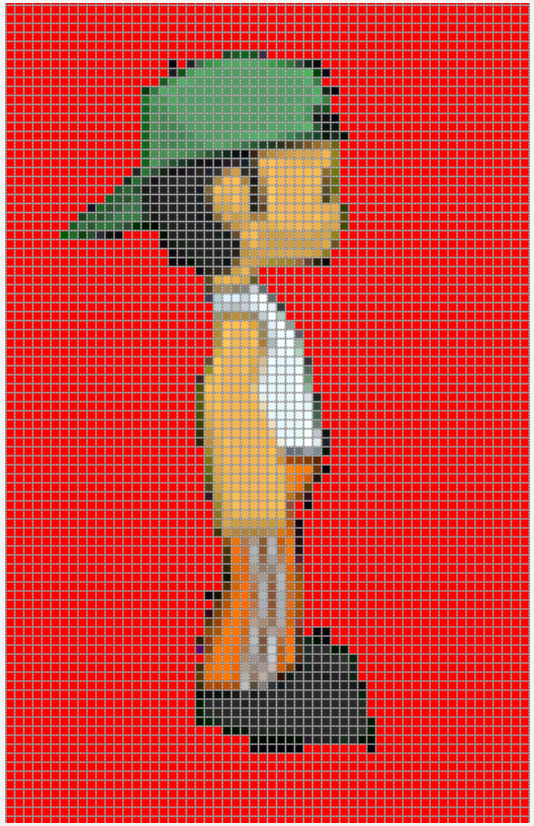
boy.py (3) – 폰트 로딩 및 렌더링


```
class Boy:

    def __init__(self):
        # 중략…
        self.font = load_font('ENCR10B.TTF', 16)
```

```
def draw(self):
    self.cur_state.draw(self)
    self.font.draw(self.x - 60, self.y + 50, f'(Time: {get_time():.2f})', (255, 255, 0))
```



2D 공간의 물리값들을 먼저 결정할 필요



74 pixel = 약 2.2미터

10 pixel = 30 cm

폰트 출력

```
font = load_font(폰트파일, 싸이즈)

font.draw(x, y, 'Your Text', (R,G,B) )
```

r	the red component in the range 0-255
g	the green component in the range 0-255
b	the blue component in the range 0-255

후면 버퍼(back buffer)에 그리기 때문에,
나중에 update_canvas() 할 때, 표시됨.

play_mode.py - 강제적인 프레임 시간 증가


```
def update():
    game_world.update()
    delay(0.1)
```

프레임 시간에 따른 액션 프레임의 조절

boy.py (1)


```
# Boy Action Speed
TIME_PER_ACTION = 0.5
ACTION_PER_TIME = 1.0 / TIME_PER_ACTION
FRAMES_PER_ACTION = 8
```

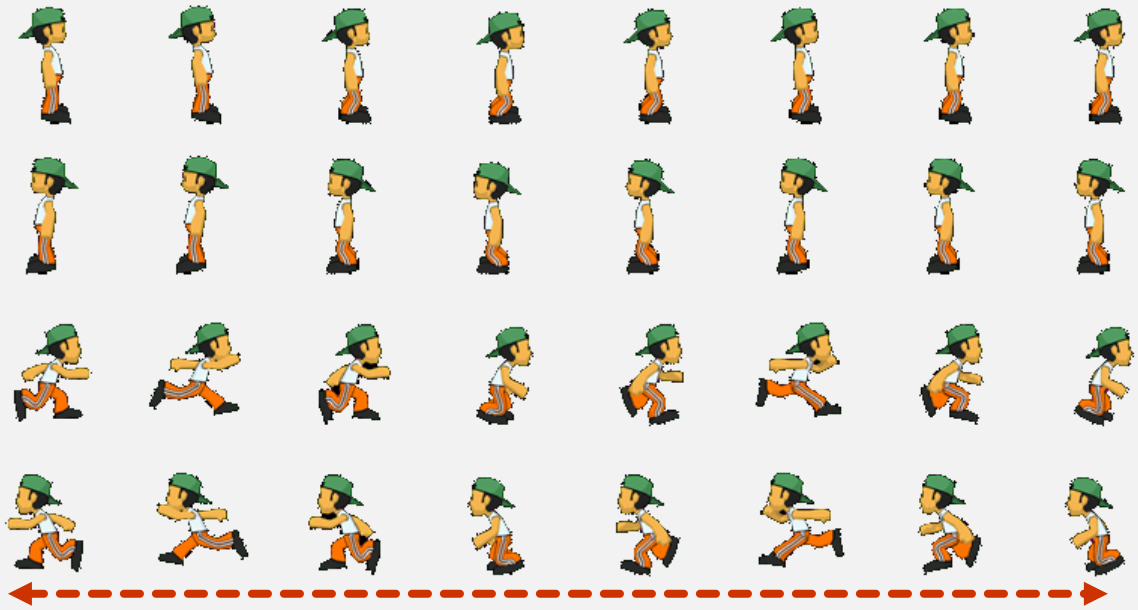
boy.py (2) - frame 증가량 계산

- Idle, Run, Sleep 모두 관련 부분 수정 업데이트 필요.

```
@staticmethod
def do(boy):
    boy.frame = (boy.frame + FRAMES_PER_ACTION * ACTION_PER_TIME * game_framework.frame_time) % 8
    if get_time() - boy.wait_time > 2:
        boy.state_machine.handle_event(('TIME_OUT', 0))

@staticmethod
def draw(boy):
    boy.image.clip_draw(int(boy.frame) * 100, boy.action * 100, 100, 100, boy.x, boy.y)
```

frame 값은 float, 즉 실수로 계산됨.

clip_draw 함수는 int 로 받기 때문에, 형변환 수행 필요.



TIME_PER_ACTION = 0.5

ACTION_PER_TIME = 1.0 / TIME_PER_ACTION ➔

FRAMES_PER_ACTION = 8