

Lecture #13. 시간

2D 게임 프로그래밍

이대현 교수

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
```

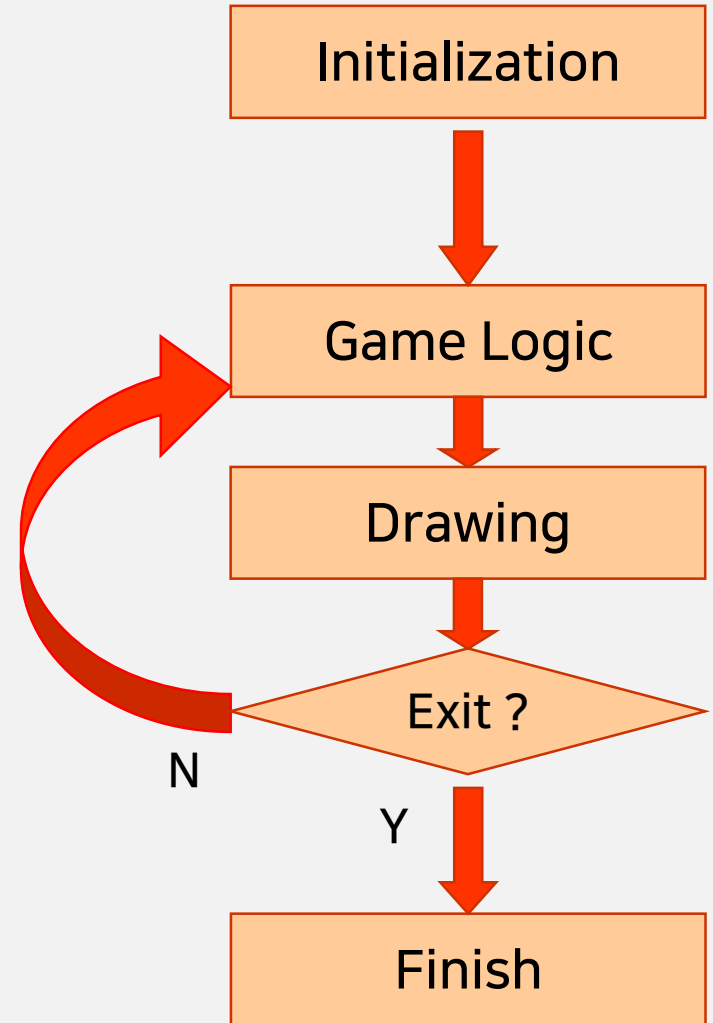
```
    player.draw()
```

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...

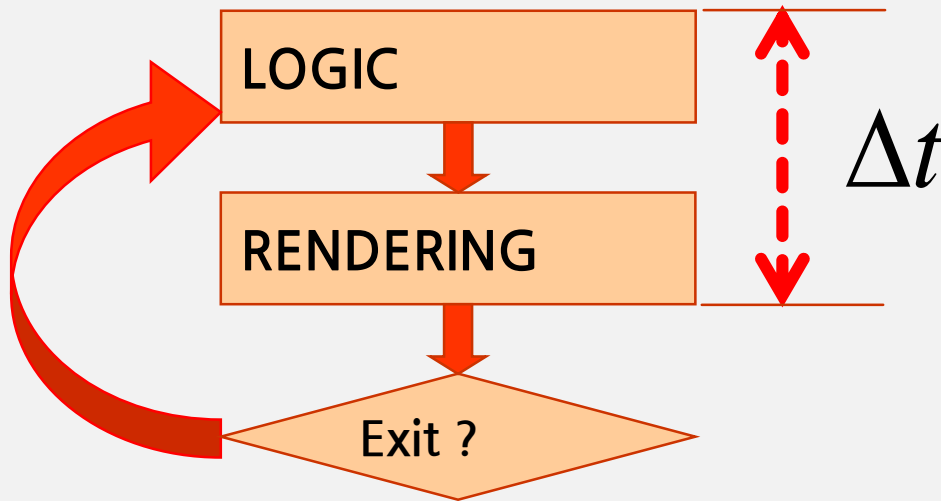
프레임(Frame)

- 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.



N

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 60fps

■ 프레임 시간과 프레임 속도의 관계

$$\text{Frame per sec} = 1 / \text{Frame time}$$

시스템



프레임 시간과
프레임 속도 측정

game_framework.py

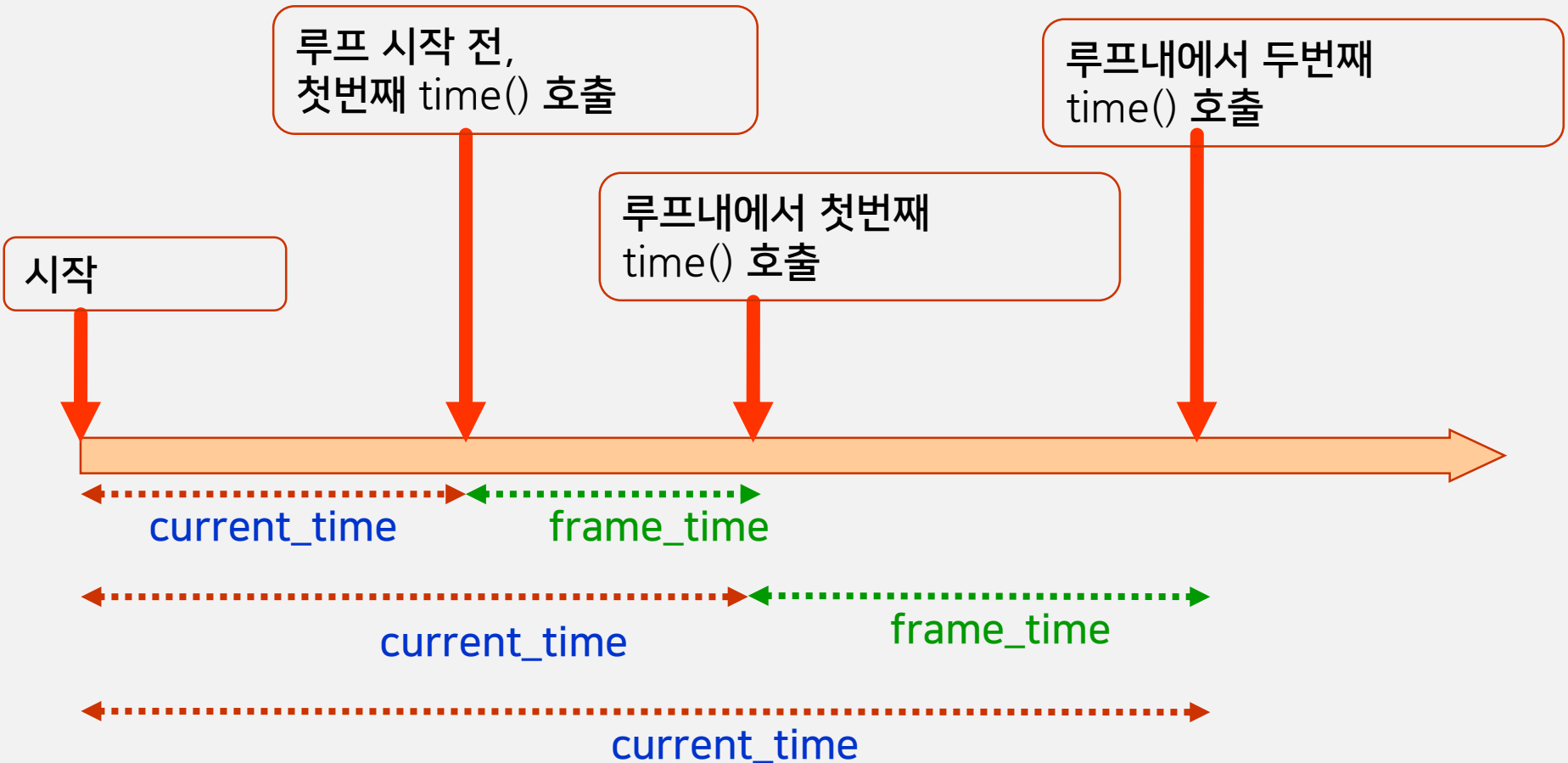


```
import time
frame_time = 0.0

def run(start_state):
    global running, stack
    running = True
    stack = [start_state]
    start_state.enter()
    global frame_time
    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("Frame Time: %f sec, Frame Rate: %f fps" %(frame_time,frame_rate))

    # repeatedly delete the top of the stack
    while (len(stack) > 0):
        stack[-1].exit()
        stack.pop()
```

프레임 시간의 계산



프레임 시간: $\text{frame_time} = \text{time}() - \text{current_time}$

프레임 속도: $\text{frame_rate} = 1.0 / \text{frame_time}$

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: 250.660611 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

$$\text{거리} = \text{경과시간} * \text{속도}$$

$$\text{위치} = \text{초기 위치} + \text{거리}$$

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)
```



```
class RunState:
```

```
    @staticmethod
```

```
    def enter(boy, event):
```

```
        if event == RIGHT_DOWN:
```

```
            boy.velocity += RUN_SPEED_PPS
```

```
        elif event == LEFT_DOWN:
```

```
            boy.velocity -= RUN_SPEED_PPS
```

```
        elif event == RIGHT_UP:
```

```
            boy.velocity -= RUN_SPEED_PPS
```

```
        elif event == LEFT_UP:
```

```
            boy.velocity += RUN_SPEED_PPS
```

```
        boy.dir = clamp(-1, boy.velocity, 1)
```



```
class RunState:

    @staticmethod
    def do(boy):
        boy.frame = (boy.frame + 1) % 8
        boy.x += boy.velocity * game_framework.frame_time
        boy.x = clamp(25, boy.x, 1600 - 25)
```

boy.py (4) – 폰트 로딩 및 렌더링



```
class Boy:
    def __init__(self):
        self.x, self.y = 1600 // 2, 90
        self.image = load_image('animation_sheet.png')
        self.font = load_font('ENCR10B.TTF', 16)
        self.dir = 1
        self.velocity = 0
        self.frame = 0
        self.event_que = []
        self.cur_state = IdleState
        self.cur_state.enter(self, None)
```

```
def draw(self):
    self.cur_state.draw(self)
    self.font.draw(self.x - 60, self.y + 50, '(Time: %3.2f)' % get_time(), (255, 255, 0))
```

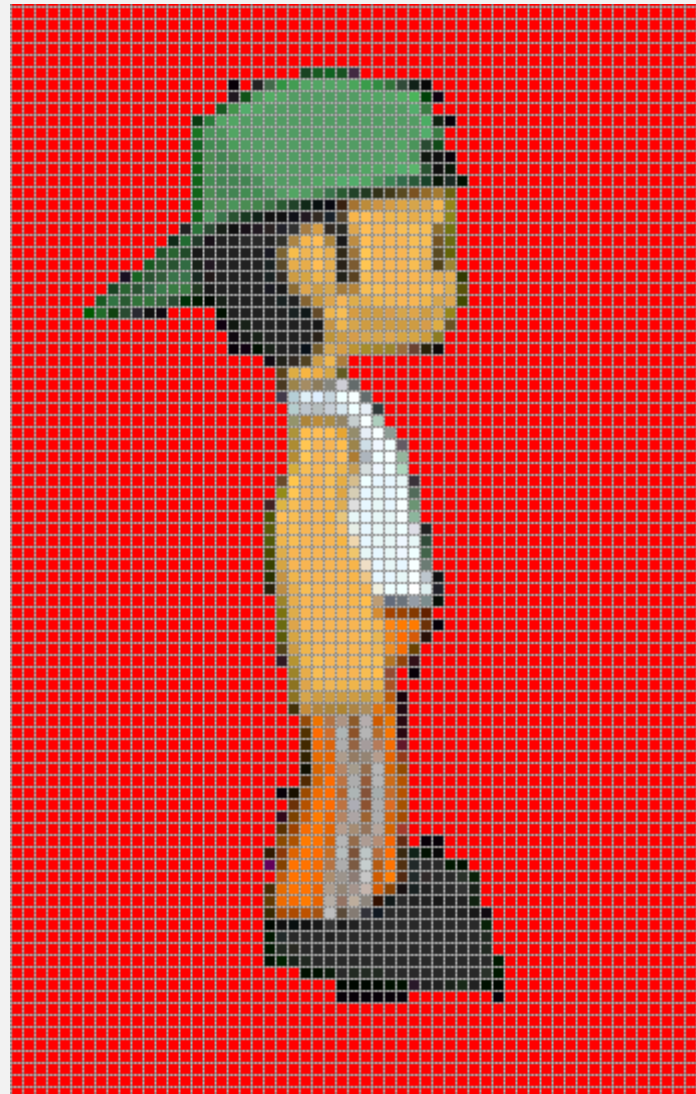
Pico2D Canvas (1600x600) 250.00 FPS

Velocity :0.0 Dir:1 Frame Time:0.0029914379119873047

(Time : 5.57)



2D 공간의 물리값들을 먼저 결정할 필요



74 pixel = 약 2.2미터

10 pixel = 30 cm

폰트 출력

```
font = load_font(폰트파일, 사이즈)
```

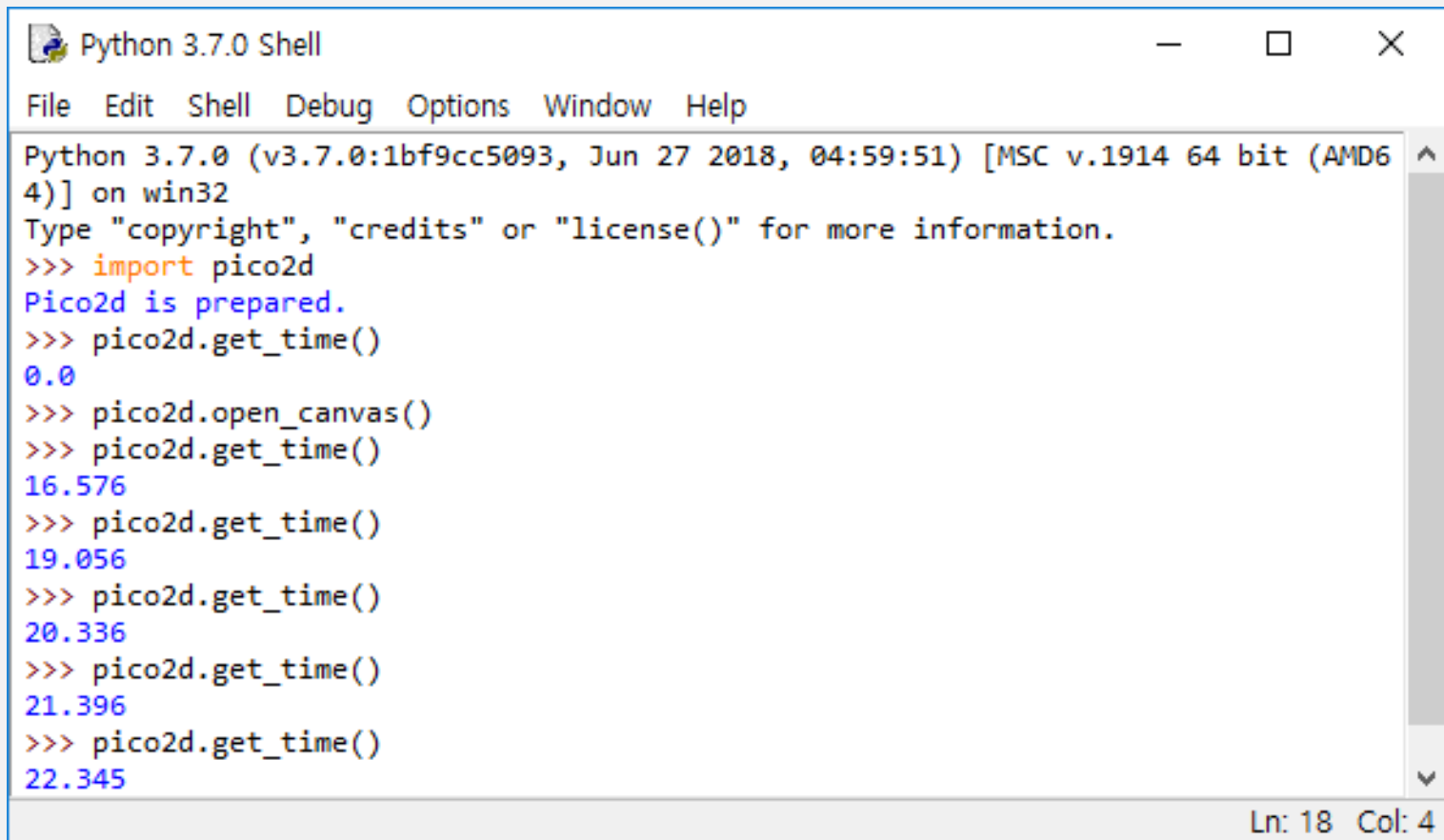
```
font.draw(x, y, 'Your Text', (R,G,B) )
```

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.

get_time()

- pico2d 의 시간 획득 함수.
- Canvas 가 열린 시점의 시간이 0.0이고, 이후 현재까지의 경과 시간을 구하는 함수임.



```
Python 3.7.0 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.0 (v3.7.0:1bf9cc5093, Jun 27 2018, 04:59:51) [MSC v.1914 64 bit (AMD64)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> import pico2d
Pico2d is prepared.
>>> pico2d.get_time()
0.0
>>> pico2d.open_canvas()
>>> pico2d.get_time()
16.576
>>> pico2d.get_time()
19.056
>>> pico2d.get_time()
20.336
>>> pico2d.get_time()
21.396
>>> pico2d.get_time()
22.345
Ln: 18 Col: 4
```



```
def update():  
    for game_object in game_world.all_objects():  
        game_object.update()  
    delay(0.01)
```

실습



프레임 시간에 따른
액션 프레임의 조절



```
# 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



```
class RunState:
```

```
    @staticmethod
```

```
    def do(boy):
```

```
        boy.frame = (boy.frame + FRAMES_PER_ACTION * ACTION_PER_TIME * game_framework.frame_time) % 8
```

```
        boy.x += boy.velocity * game_framework.frame_time
```

```
        boy.x = clamp(25, boy.x, 1600 - 25)
```

```
    @staticmethod
```

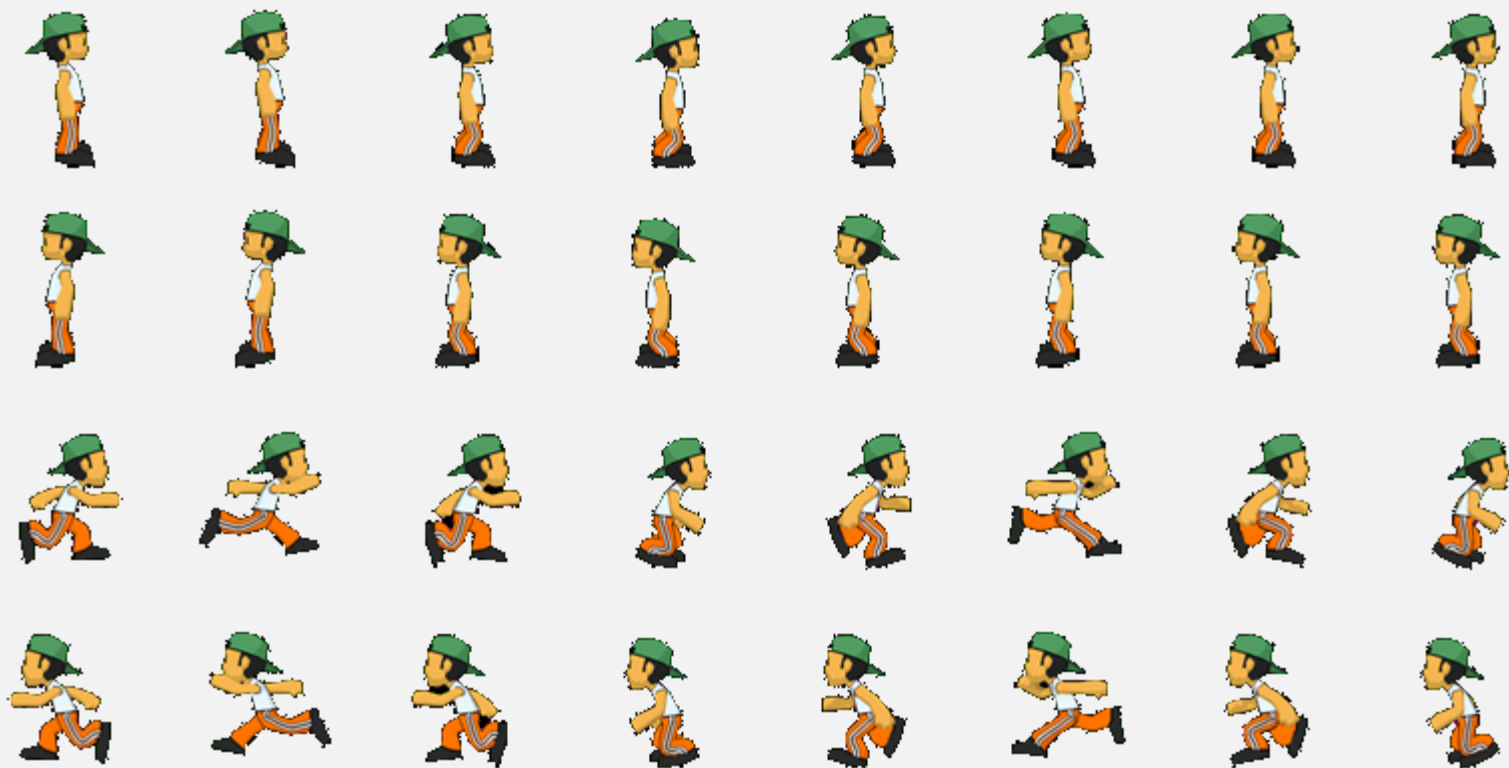
```
    def draw(boy):
```

```
        if boy.dir == 1:
```

```
            boy.image.clip_draw(int(boy.frame) * 100, 100, 100, 100, boy.x, boy.y)
```

```
        else:
```

```
            boy.image.clip_draw(int(boy.frame) * 100, 0, 100, 100, boy.x, boy.y)
```



$\text{TIME_PER_ACTION} = 0.5$

$\text{ACTION_PER_TIME} = 1.0 / \text{TIME_PER_ACTION} \rightarrow$
 $\text{FRAMES_PER_ACTION} = 8$