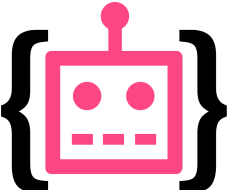
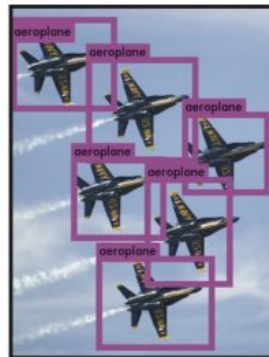
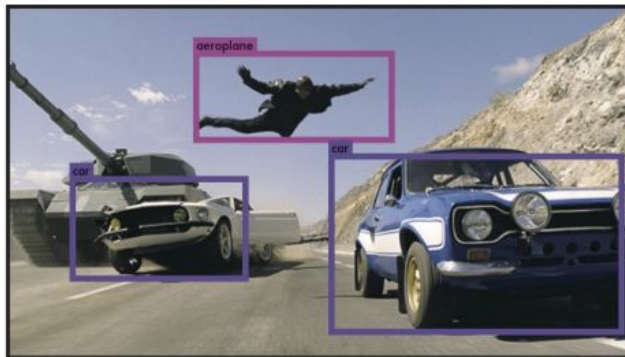
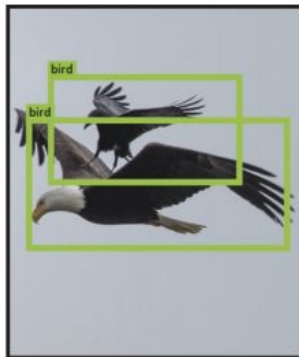


Обзор от {  } [deepsystems.io](https://deepsystems.io)

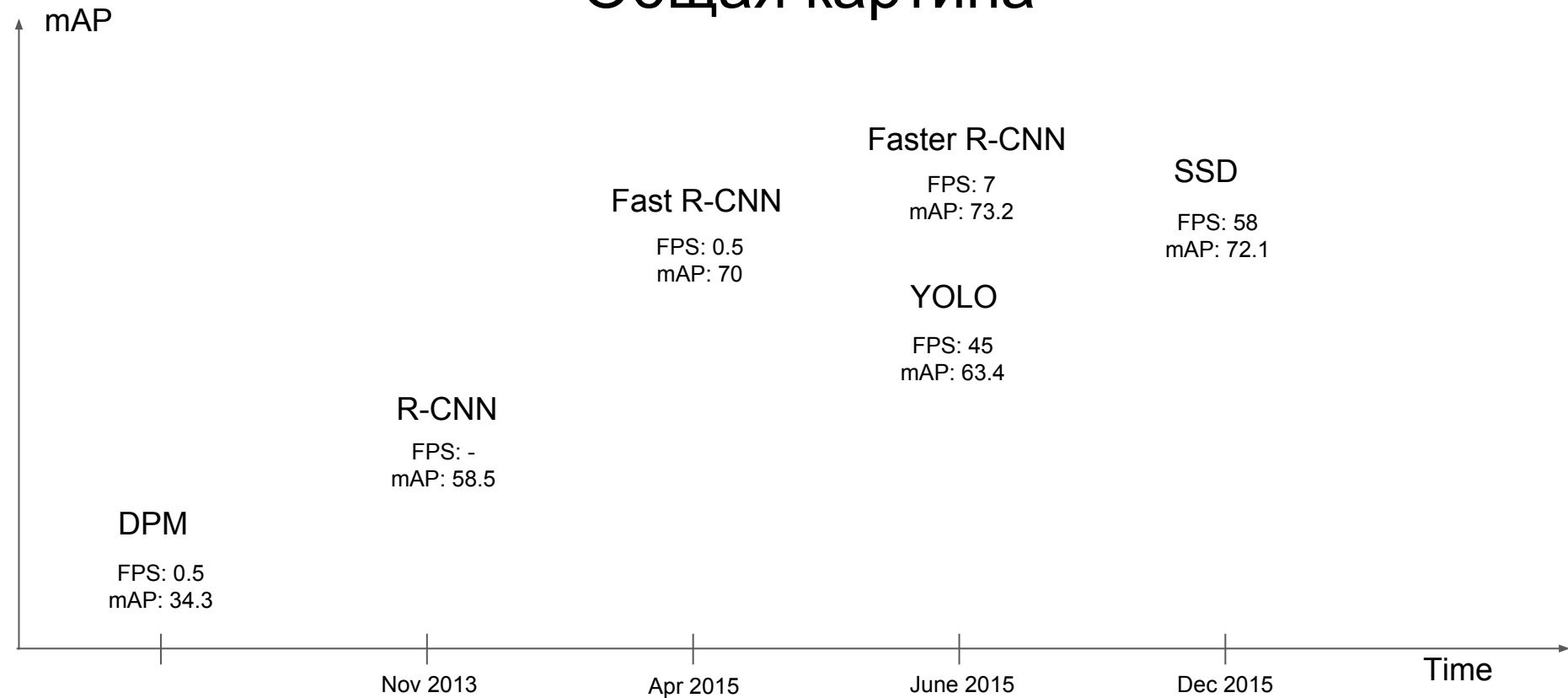
# SSD

## Single Shot MultiBox Detector

Wei Liu, Dragomir Anguelov, Dumitru Erhan, Christian Szegedy, Scott Reed, Cheng-Yang Fu, Alexander C. Berg



# Общая картина



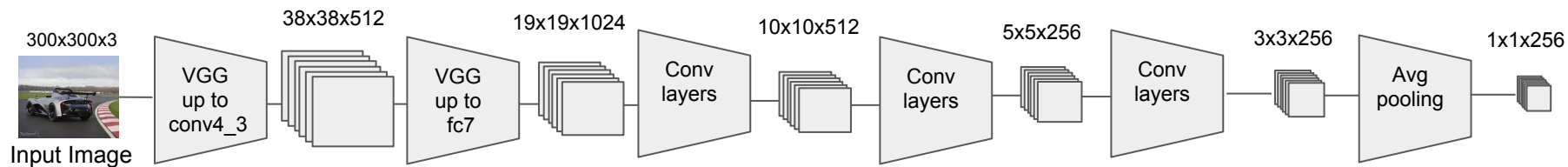
# Архитектура SSD 300

300x300x3

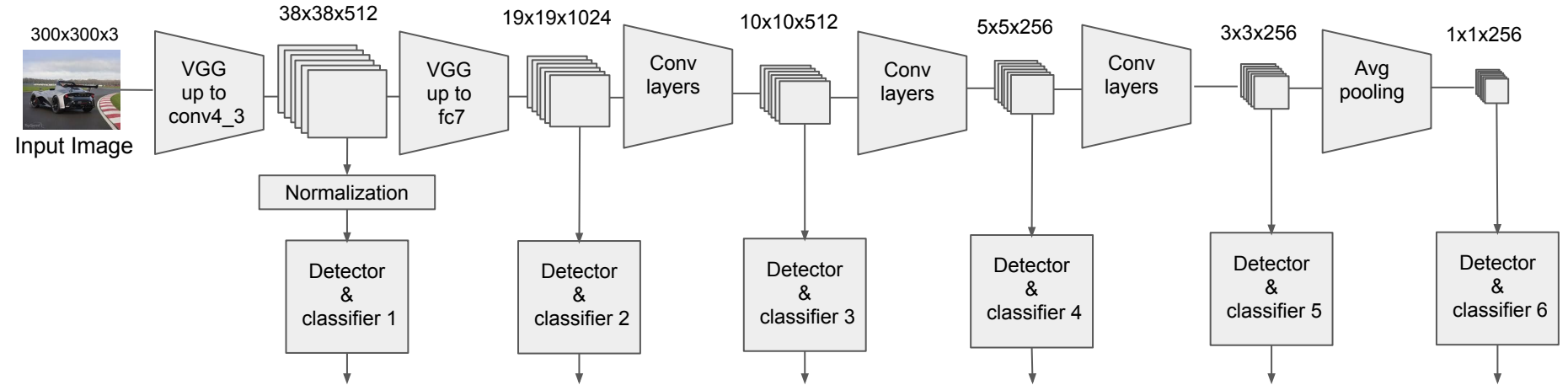


Input Image

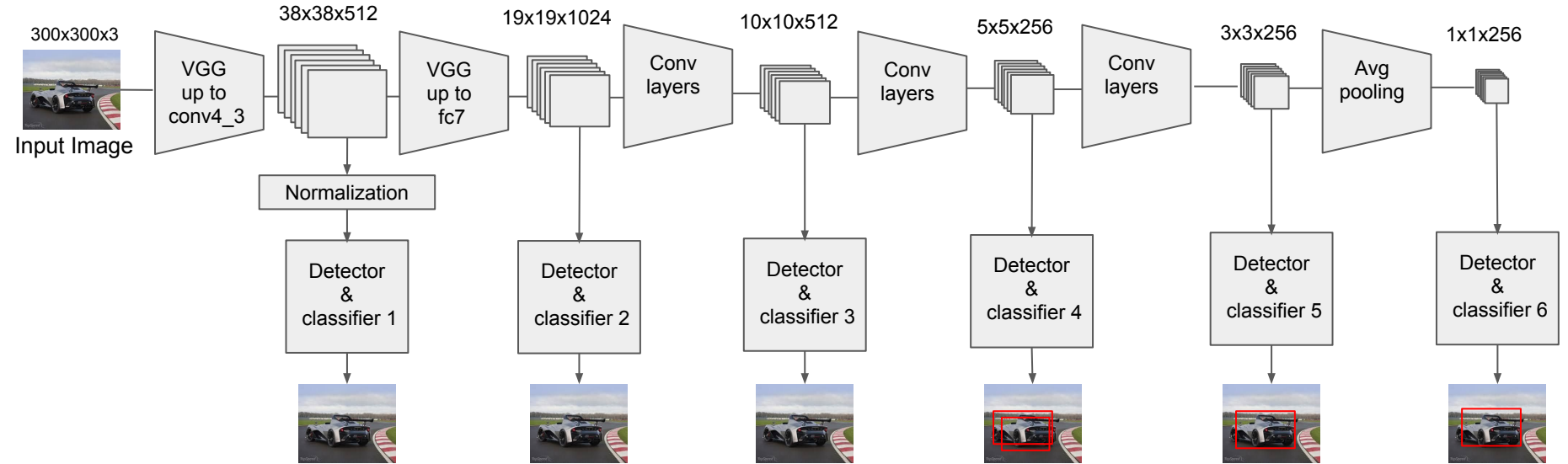
# Архитектура SSD 300



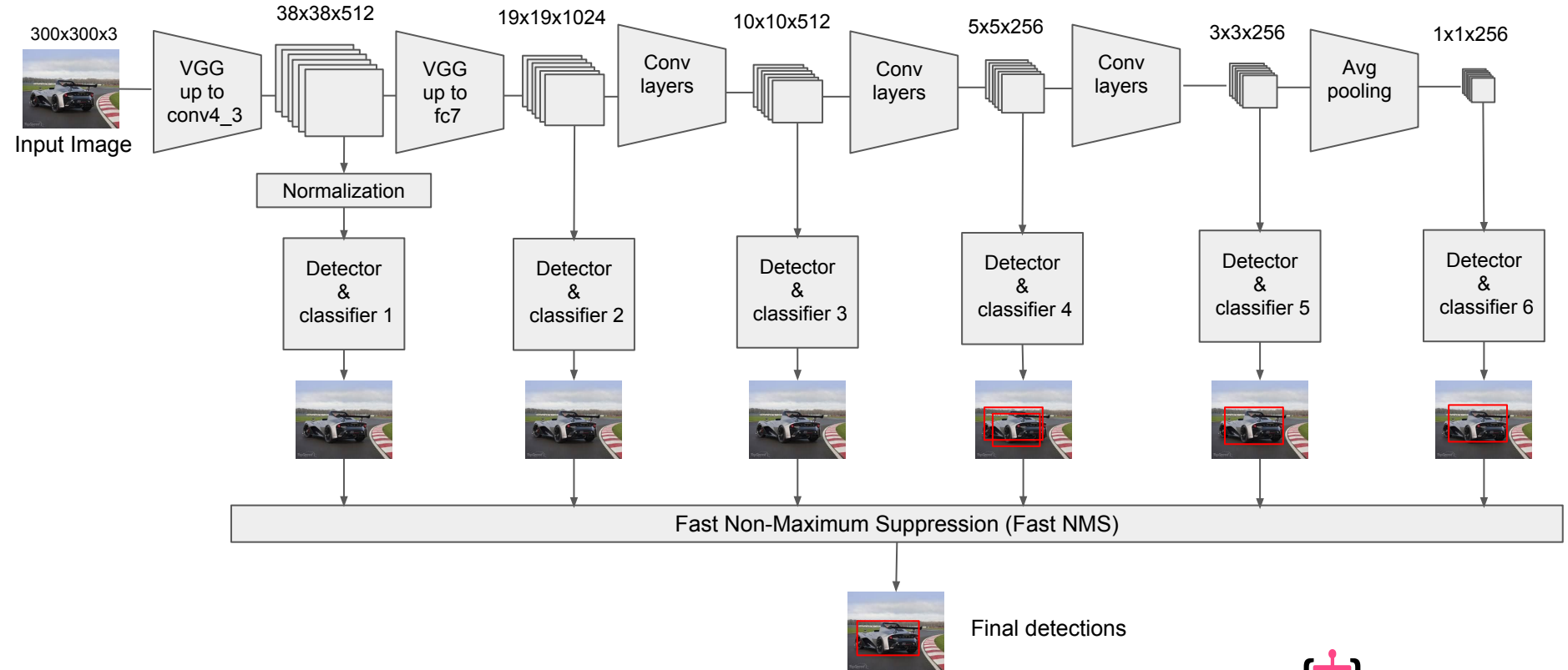
# Архитектура SSD 300



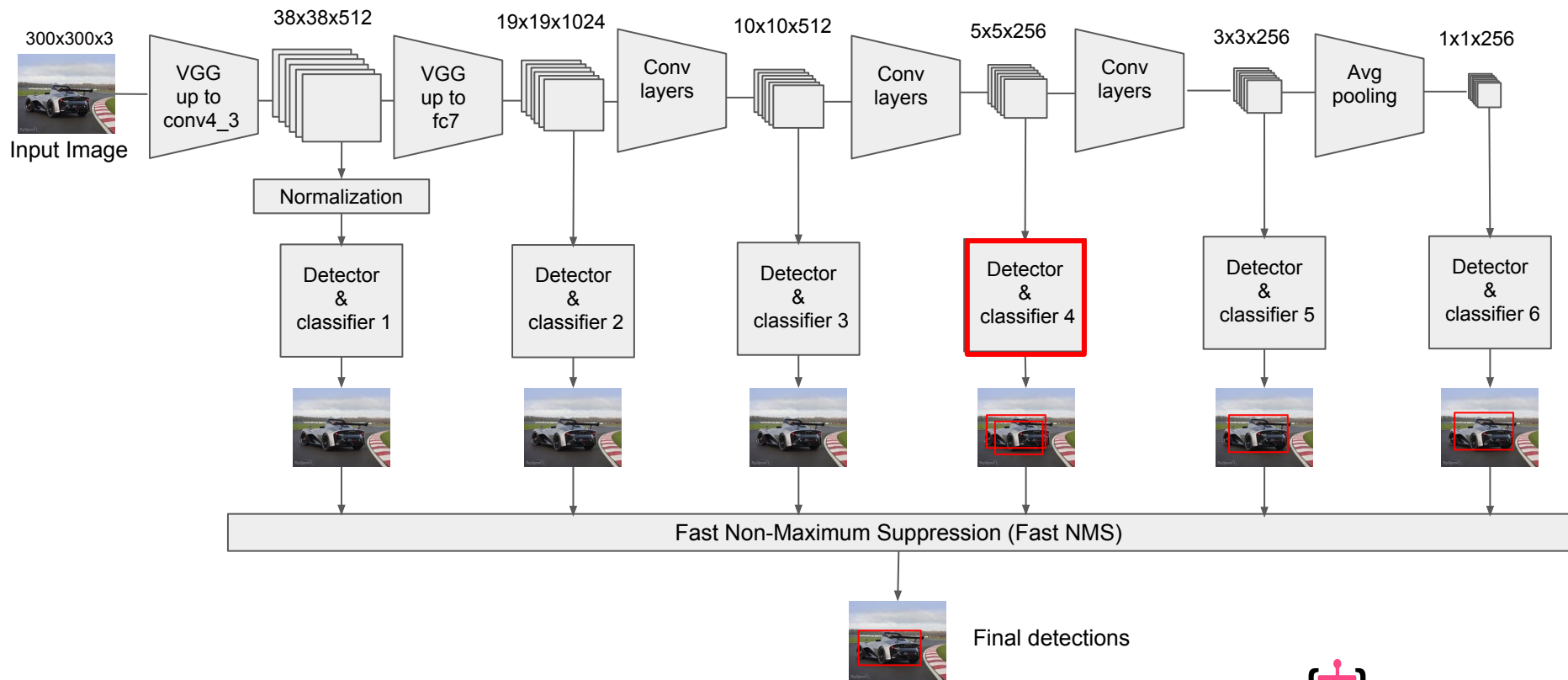
# Архитектура SSD 300



# Архитектура SSD 300

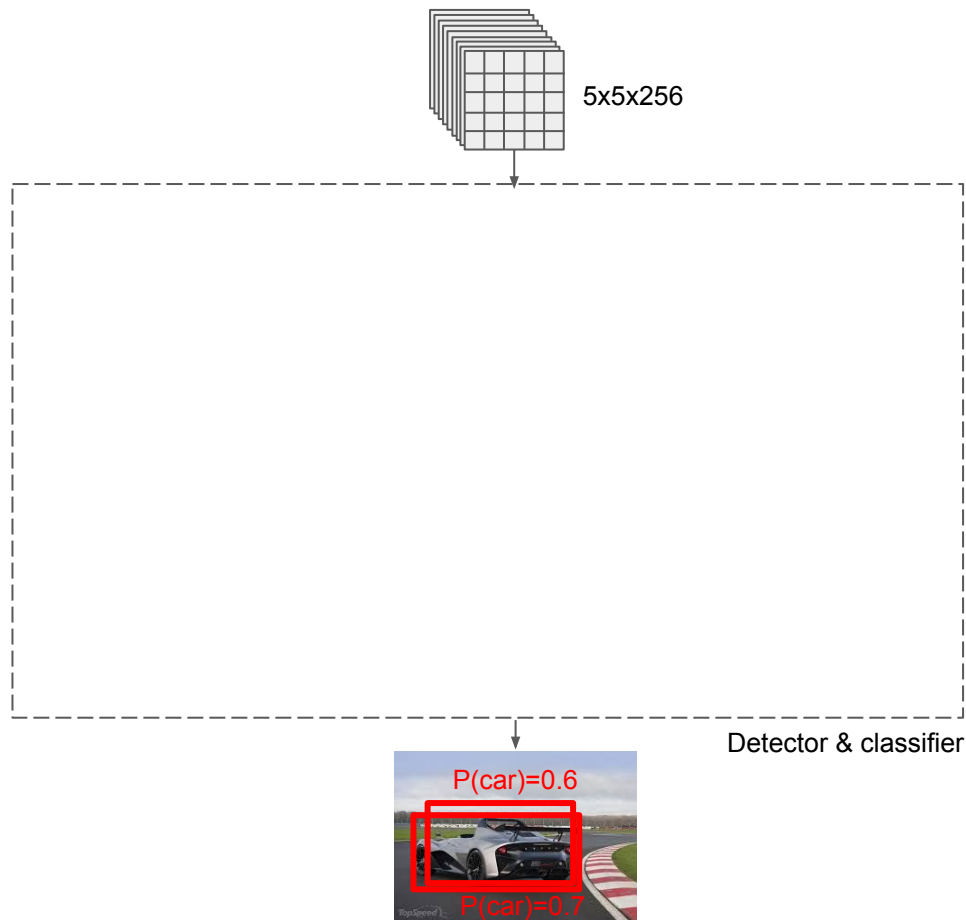


# Архитектура SSD 300





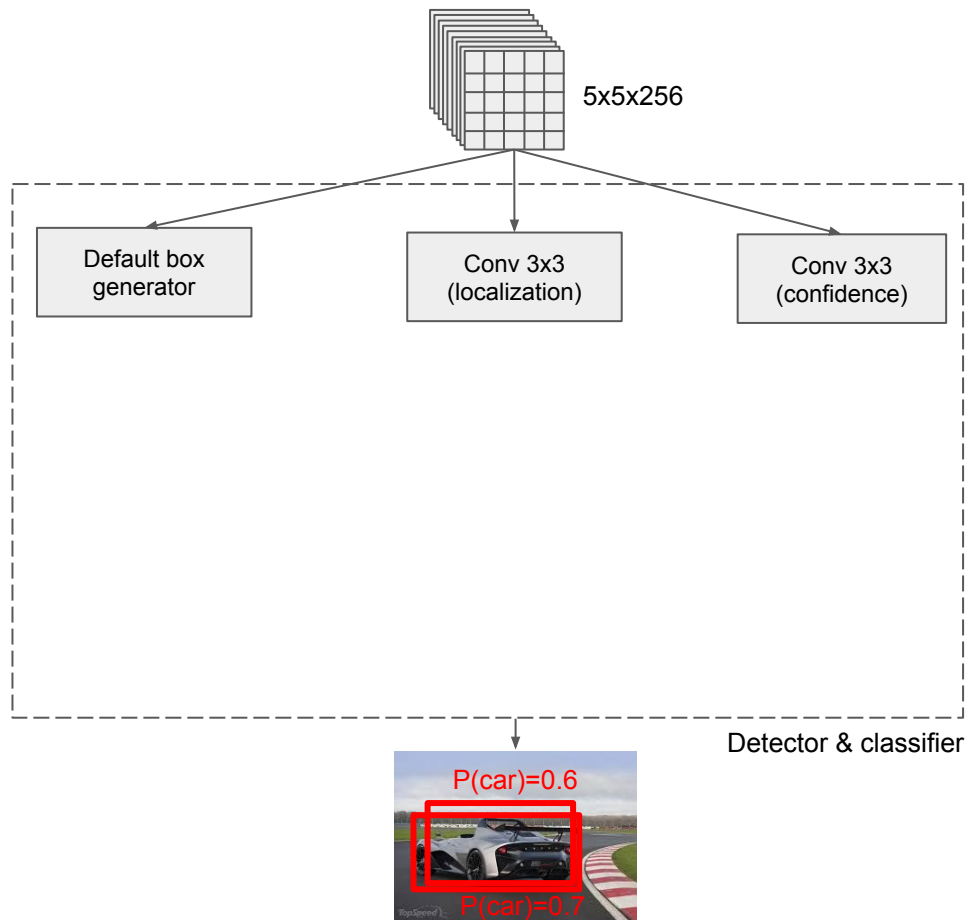
# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

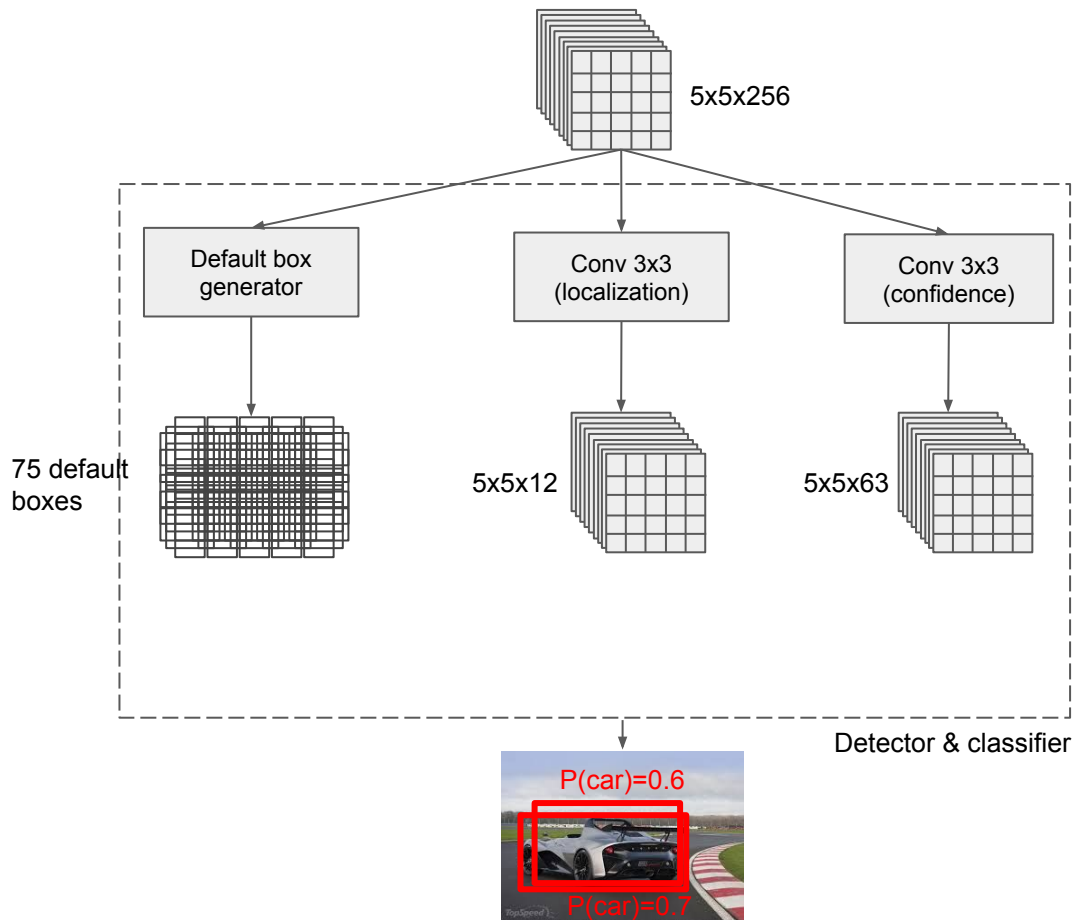
# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

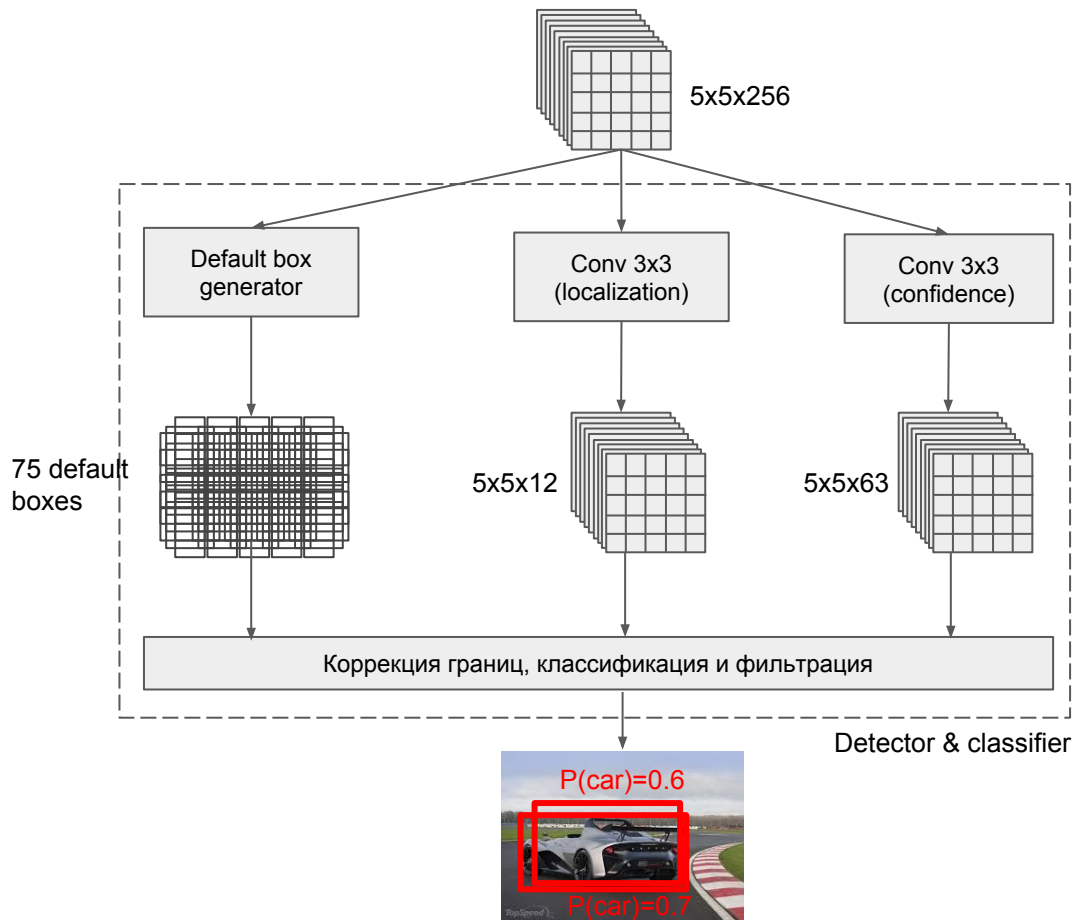
# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

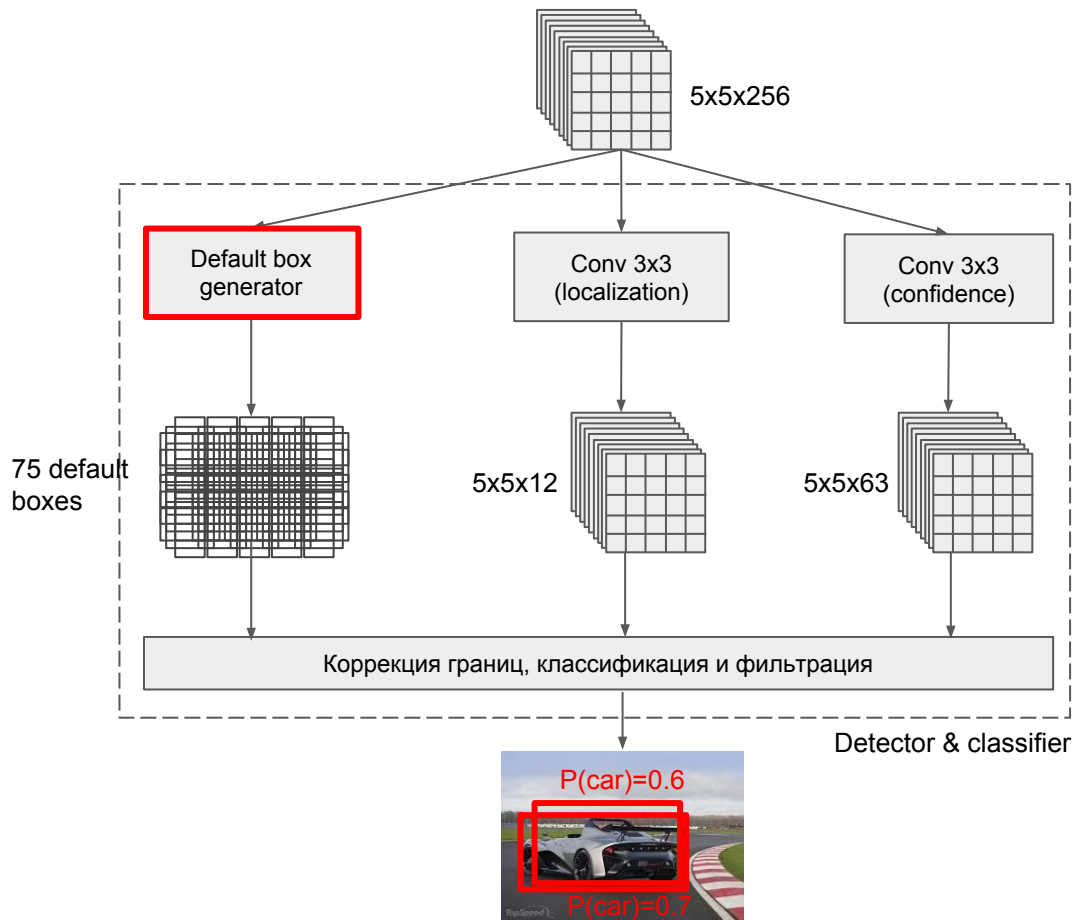
# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

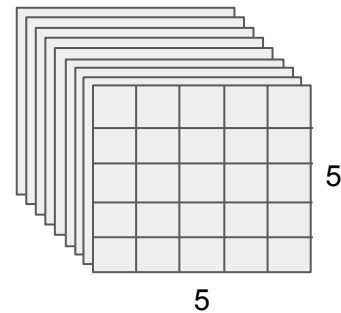
- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

# Генерация default boxes

300



Input Image



# Генерация default boxes

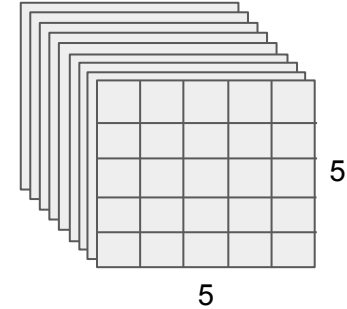
Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



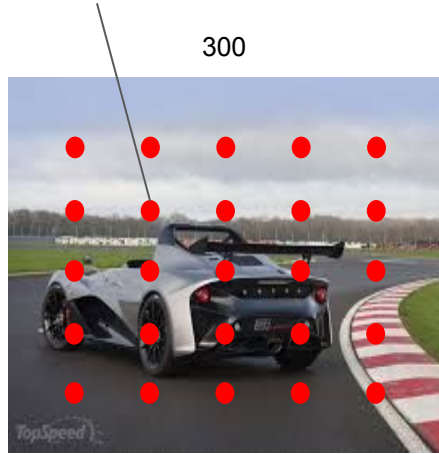
300

Input Image



# Генерация default boxes

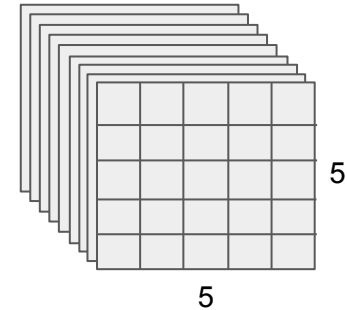
Центры сгенерированных default box-ов (xc, yc)



Input Image

Пусть заданы следующие параметры:

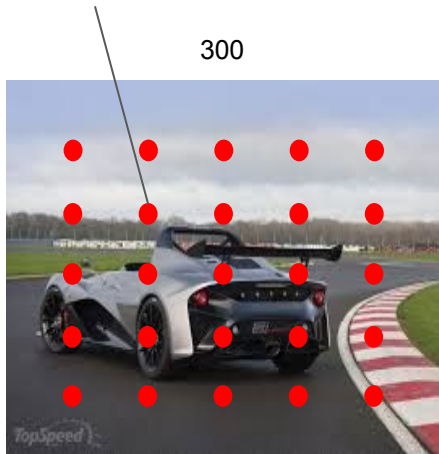
- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2





# Генерация default boxes

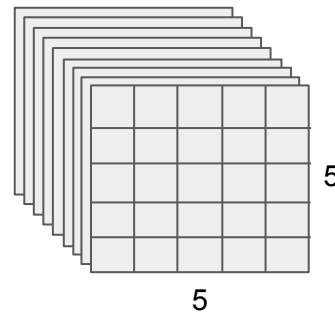
Центры сгенерированных default box-ов ( $x_c, y_c$ )



Input Image

Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



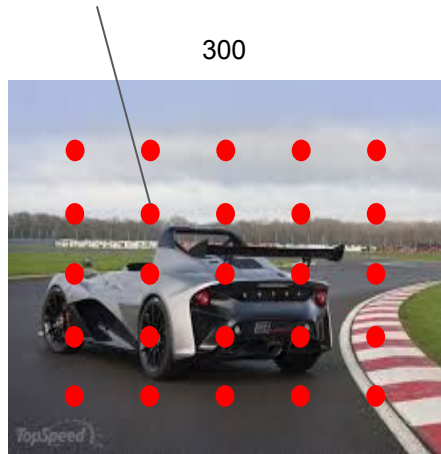
Default box задается следующими величинами:

- $x_c$ , центр прямоугольника по  $x$
- $y_c$  - центра прямоугольника по  $y$
- $w$  - ширина прямоугольника
- $h$  - высота прямоугольника

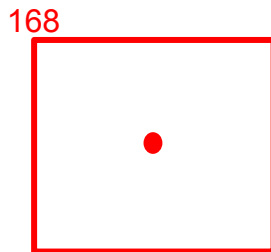


# Генерация default boxes

Центры сгенерированных default box-ов (xc, yc)

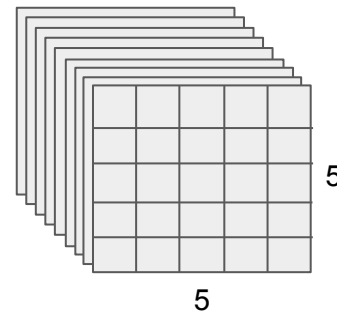


Input Image



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



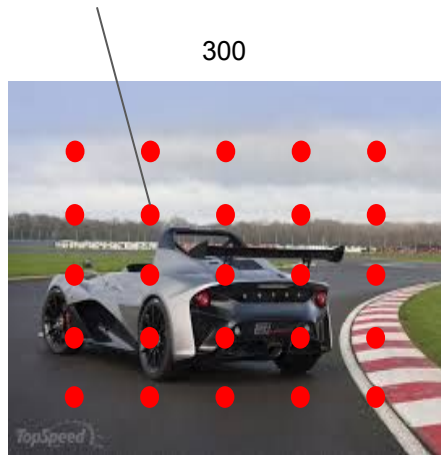
Default box задается следующими величинами:

- xc, центр прямоугольника по x
- yc - центра прямоугольника по y
- w - ширина прямоугольника
- h - высота прямоугольника

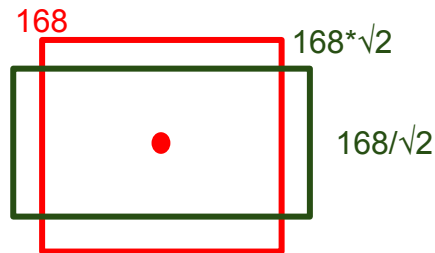


# Генерация default boxes

Центры сгенерированных default box-ов (xc, yc)

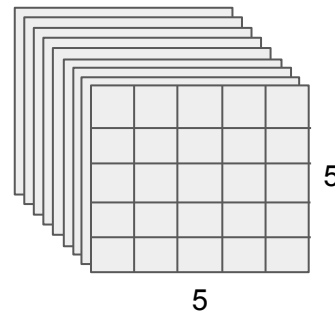


Input Image



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



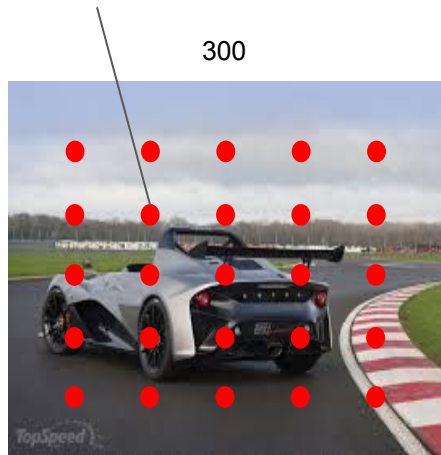
Default box задается следующими величинами:

- xc, центр прямоугольника по x
- yc - центра прямоугольника по y
- w - ширина прямоугольника
- h - высота прямоугольника

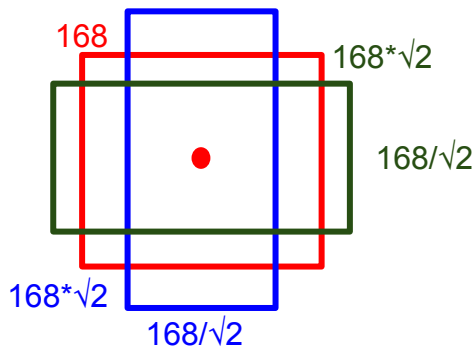


# Генерация default boxes

Центры сгенерированных default box-ов ( $x_c, y_c$ )

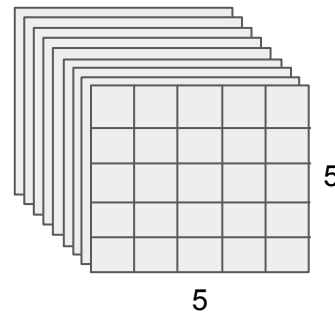


Input Image



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



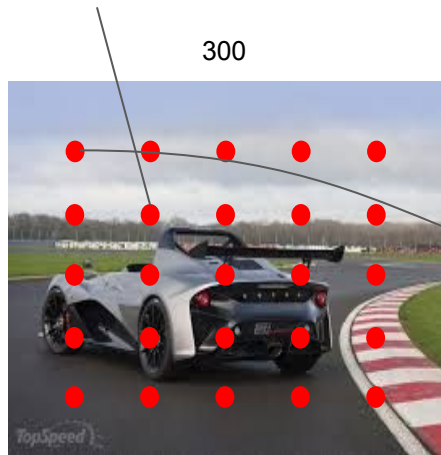
Default box задается следующими величинами:

- $x_c$ , центр прямоугольника по  $x$
- $y_c$  - центра прямоугольника по  $y$
- $w$  - ширина прямоугольника
- $h$  - высота прямоугольника

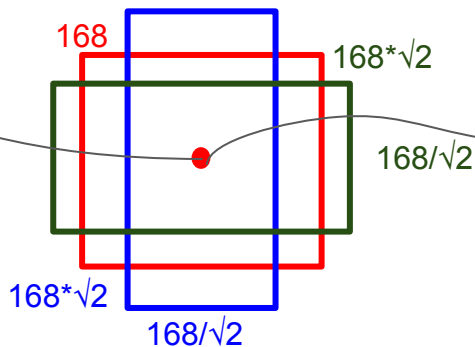


# Генерация default boxes

Центры сгенерированных default box-ов (xc, yc)

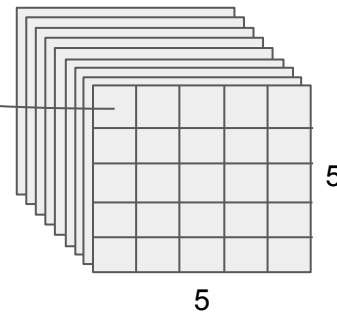


Input Image



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2

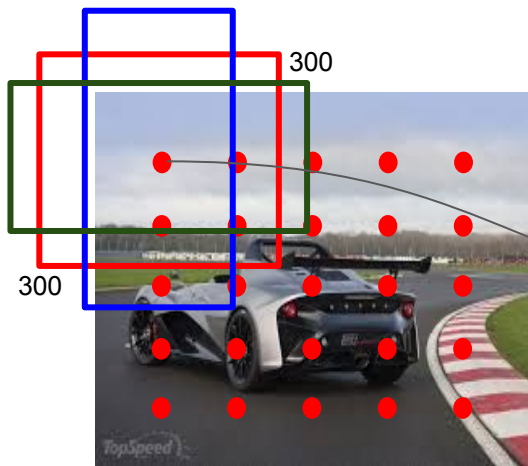


Default box задается следующими величинами:

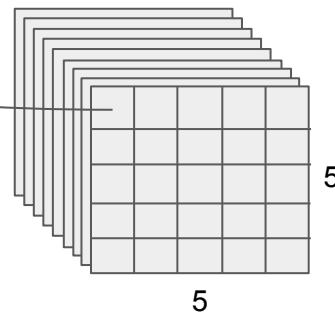
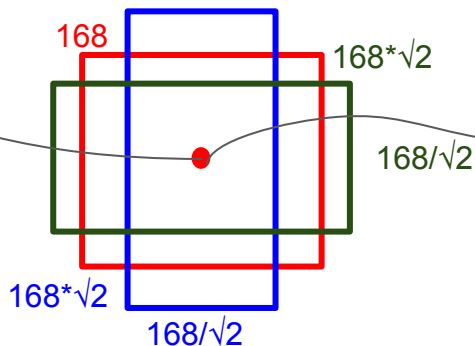
- xc, центр прямоугольника по x
- yc - центра прямоугольника по y
- w - ширина прямоугольника
- h - высота прямоугольника



# Генерация default boxes



Input Image



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2

Default box задается следующими величинами:

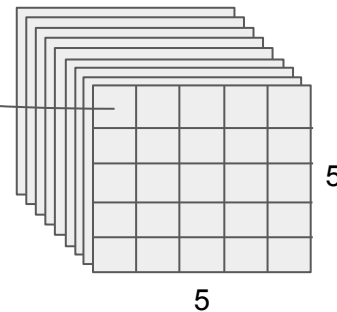
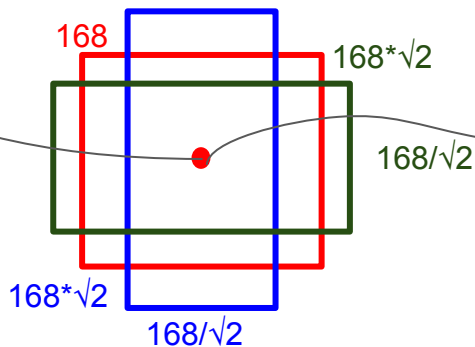
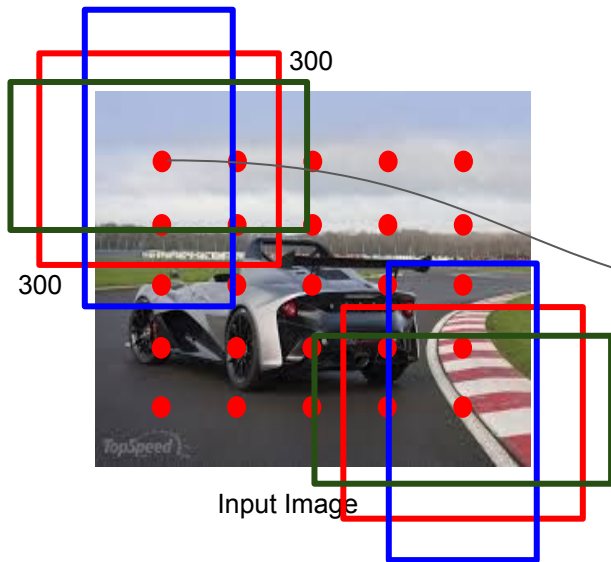
- $x_c$ , центр прямоугольника по  $x$
- $y_c$  - центра прямоугольника по  $y$
- $w$  - ширина прямоугольника
- $h$  - высота прямоугольника



# Генерация default boxes

Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



Default box задается следующими величинами:

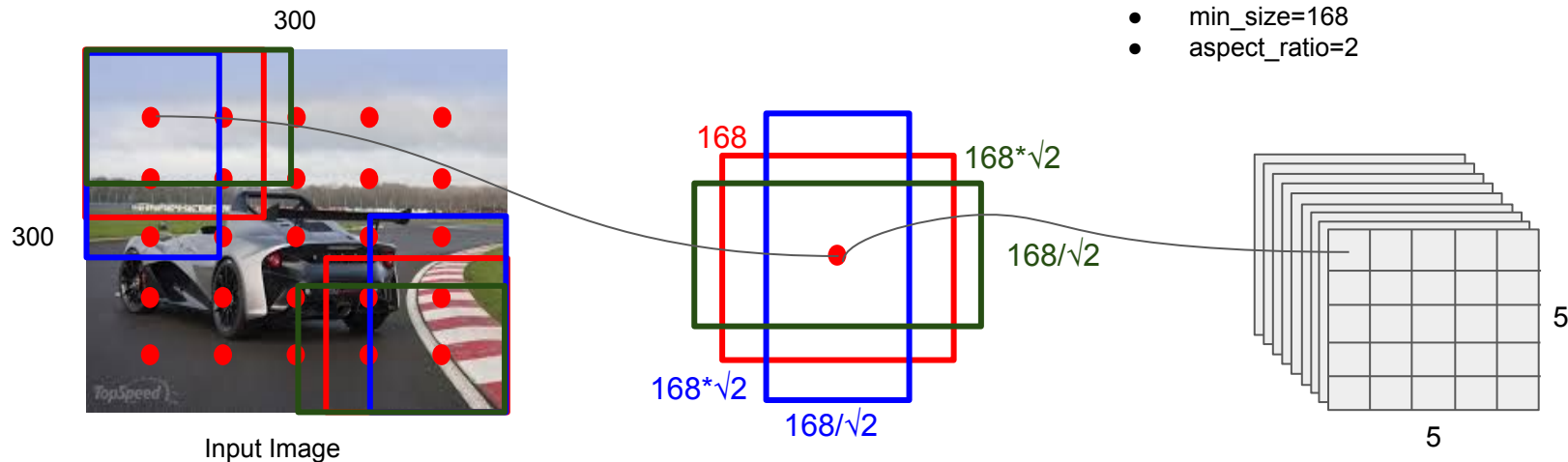
- $x_c$ , центр прямоугольника по x
- $y_c$  - центра прямоугольника по y
- w - ширина прямоугольника
- h - высота прямоугольника



# Генерация default boxes

Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



Default box задается следующими величинами:

- $x_c$ , центр прямоугольника по  $x$
- $y_c$  - центра прямоугольника по  $y$
- $w$  - ширина прямоугольника
- $h$  - высота прямоугольника

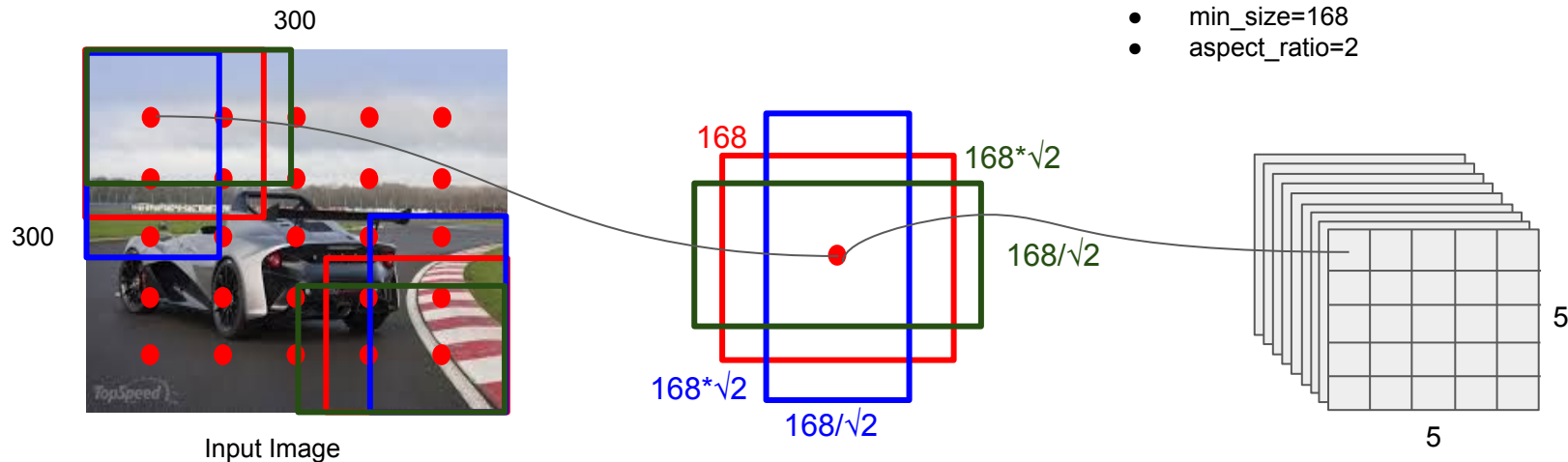




# Генерация default boxes

Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Пространственная размерность Feature maps (5 x 5)
- #default boxes = 3, (на одну точку в feature maps приходится 3 прямоугольника)
- min\_size=168
- aspect\_ratio=2



Input Image

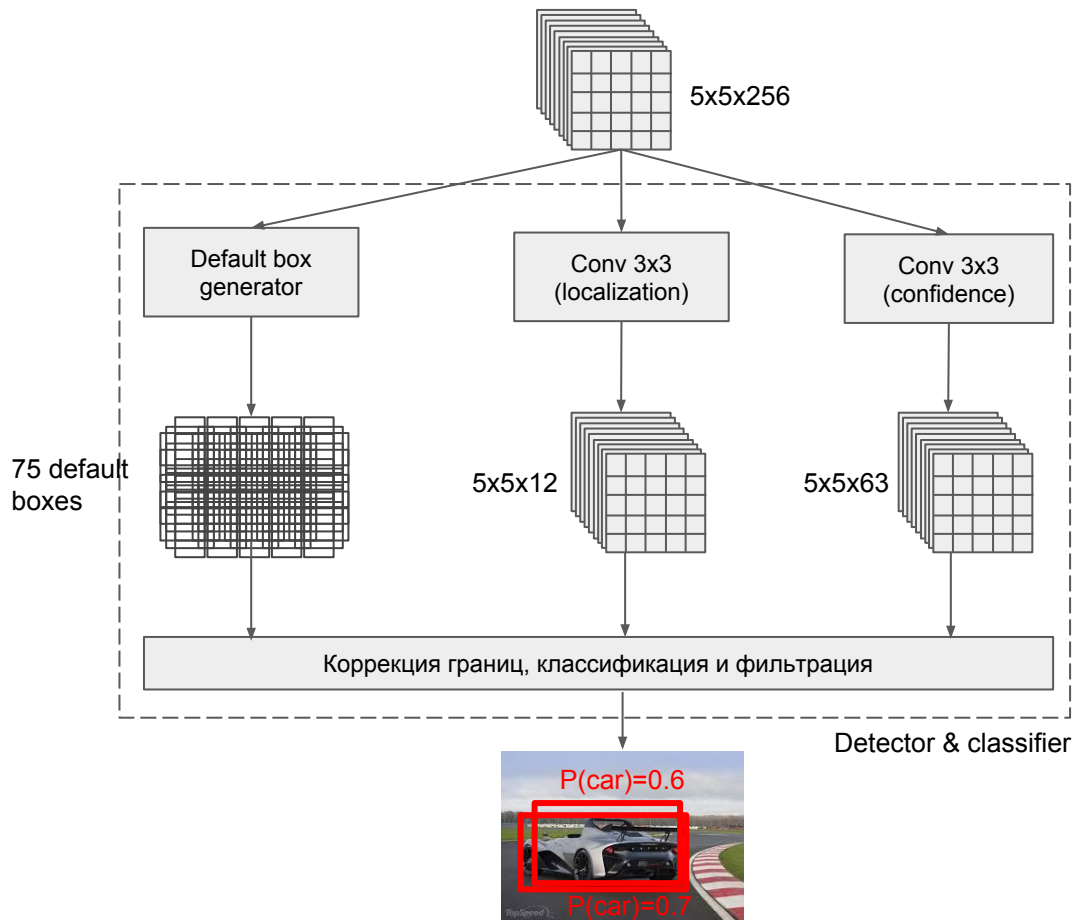
Всего будет сгенерировано  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Default box задается следующими величинами:

- $x_c$ , центр прямоугольника по  $x$
- $y_c$  - центра прямоугольника по  $y$
- $w$  - ширина прямоугольника
- $h$  - высота прямоугольника



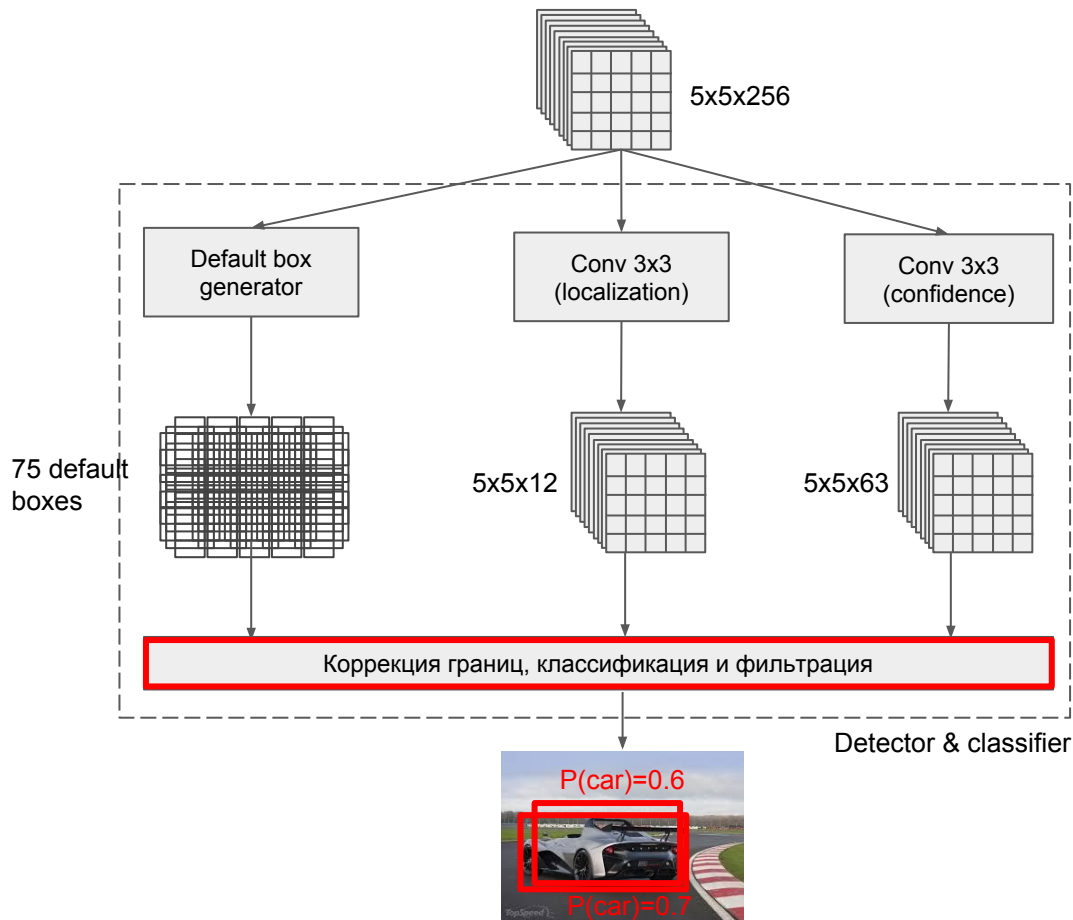
# Архитектура SSD 300. Detector & classifier



Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

# Архитектура SSD 300. Detector & classifier

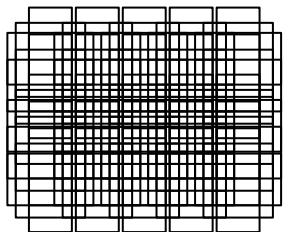


Пусть заданы следующие параметры:

- Размер исходного изображения (300 x 300)
- Размерность feature maps (5 x 5 x 256)
- #default boxes = 3

# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)

Default boxes



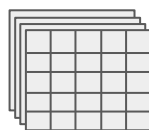
Всего  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Localization



5x5x12

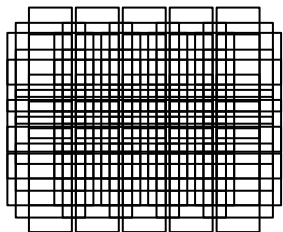
Confidence



5x5x63

# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)

Default boxes

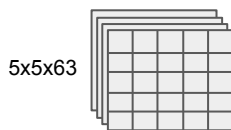


Всего  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Localization



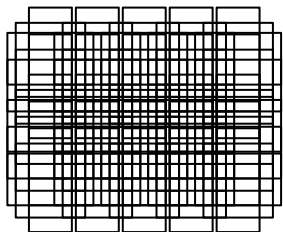
Confidence



Input Image (300 x 300)

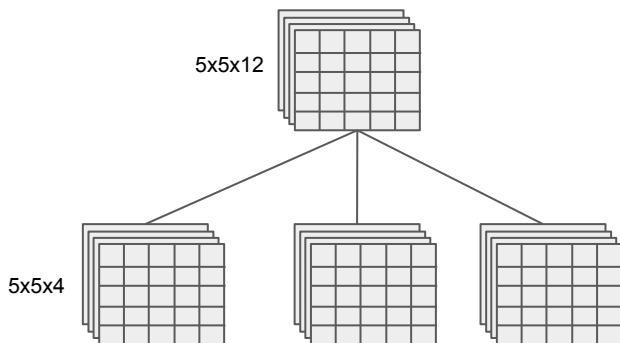
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)

Default boxes

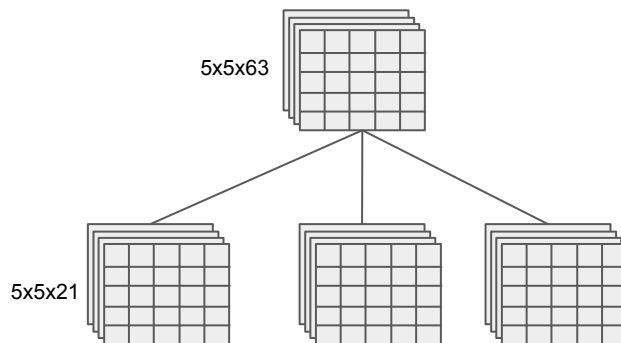


Всего  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Localization

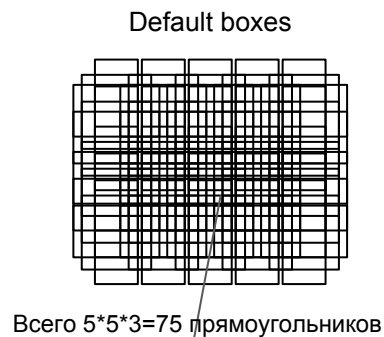


Confidence

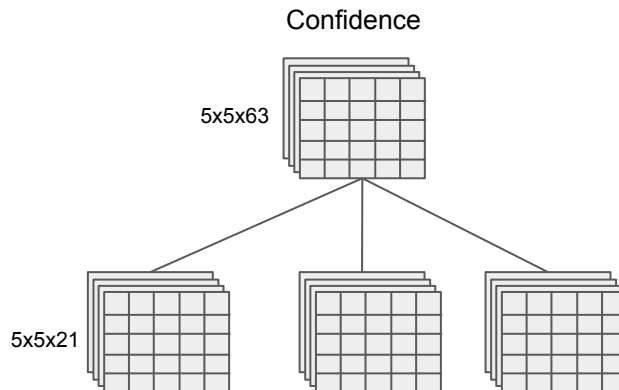
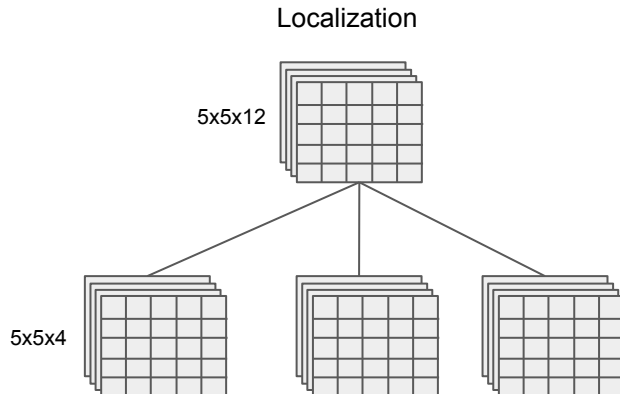


Input Image (300 x 300)

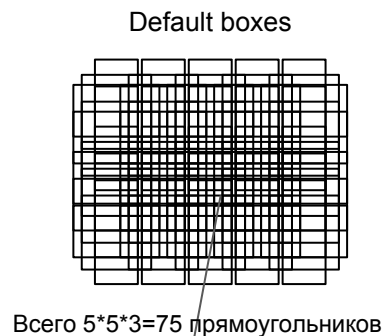
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



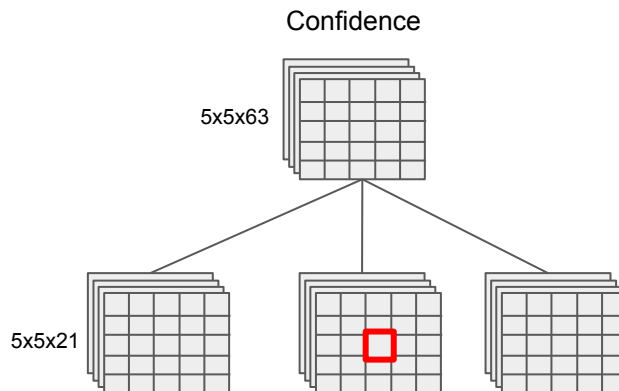
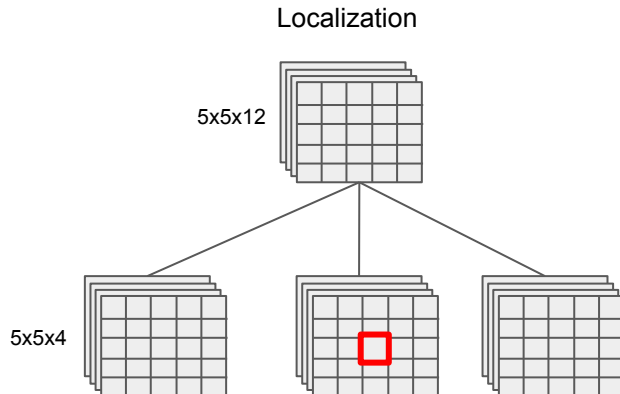
Input Image (300 x 300)



# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)

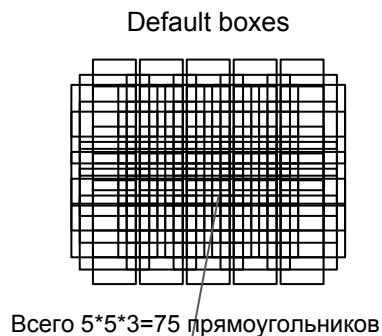


Input Image (300 x 300)

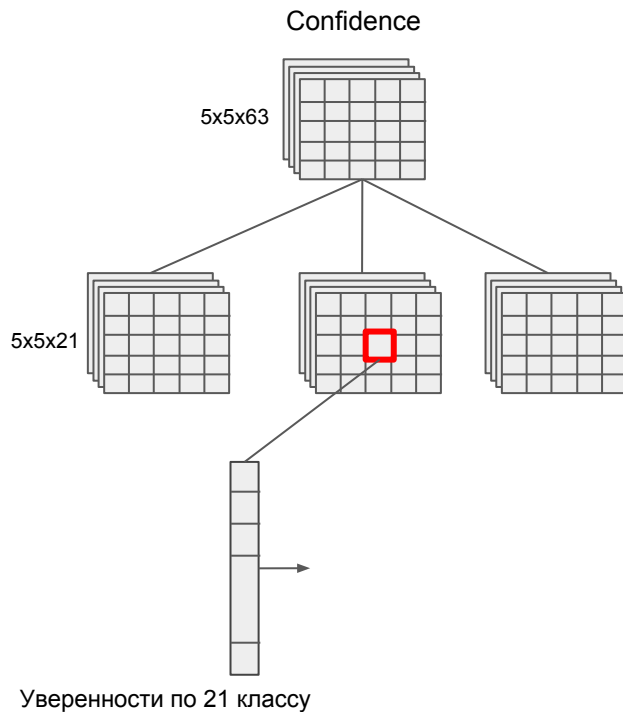
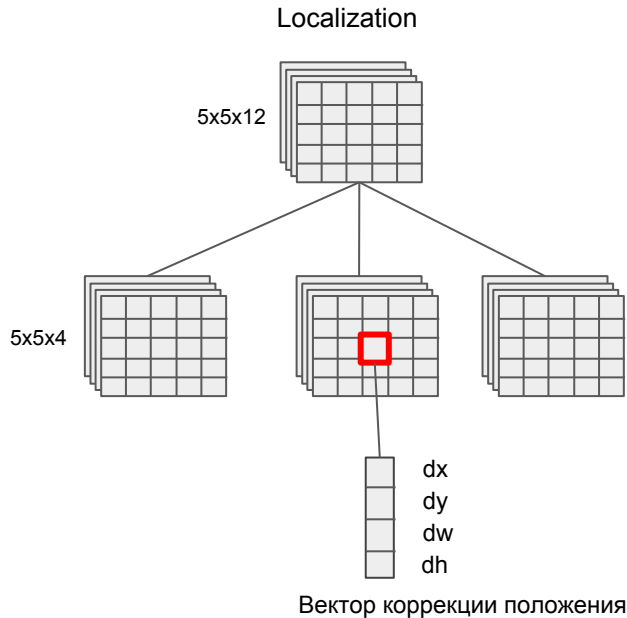




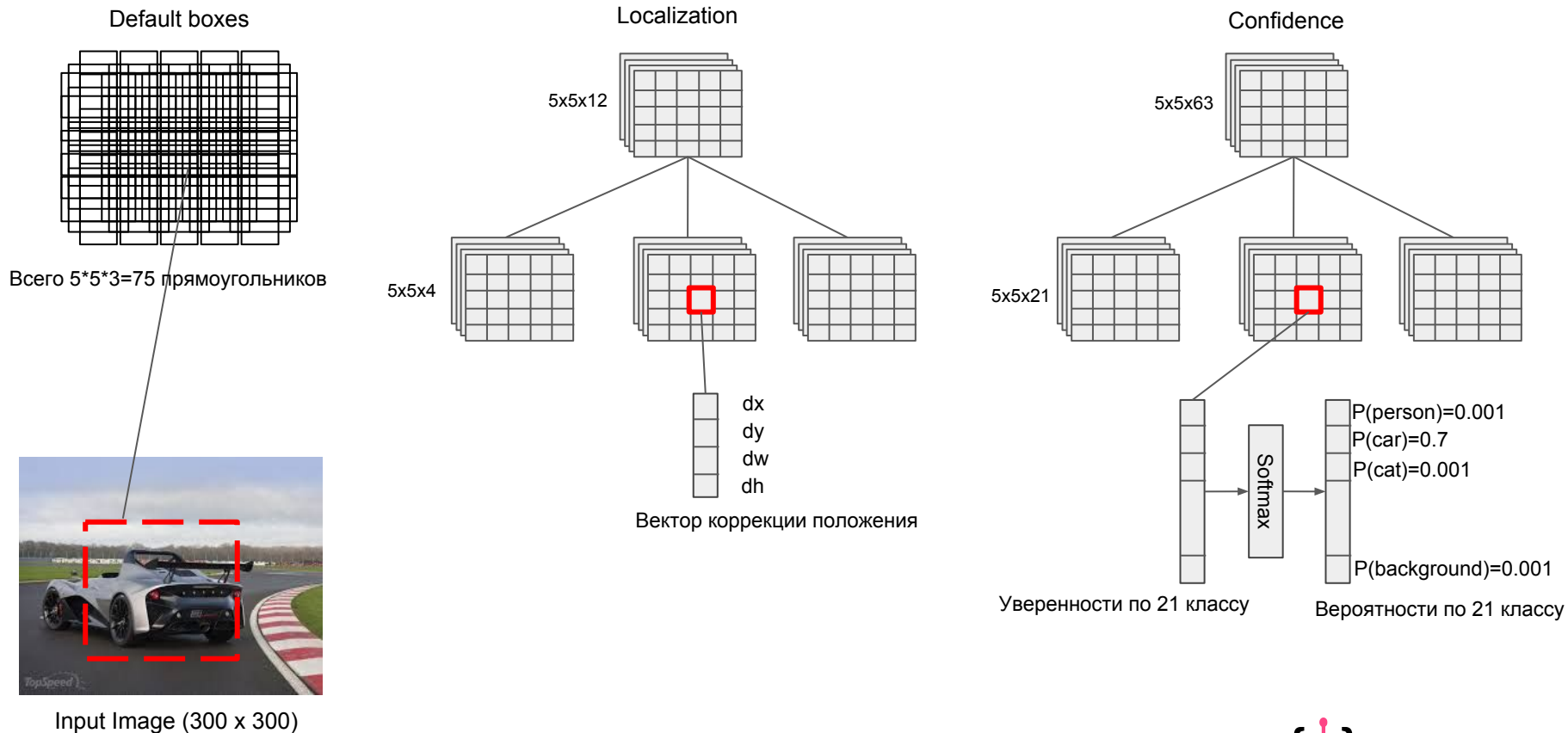
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



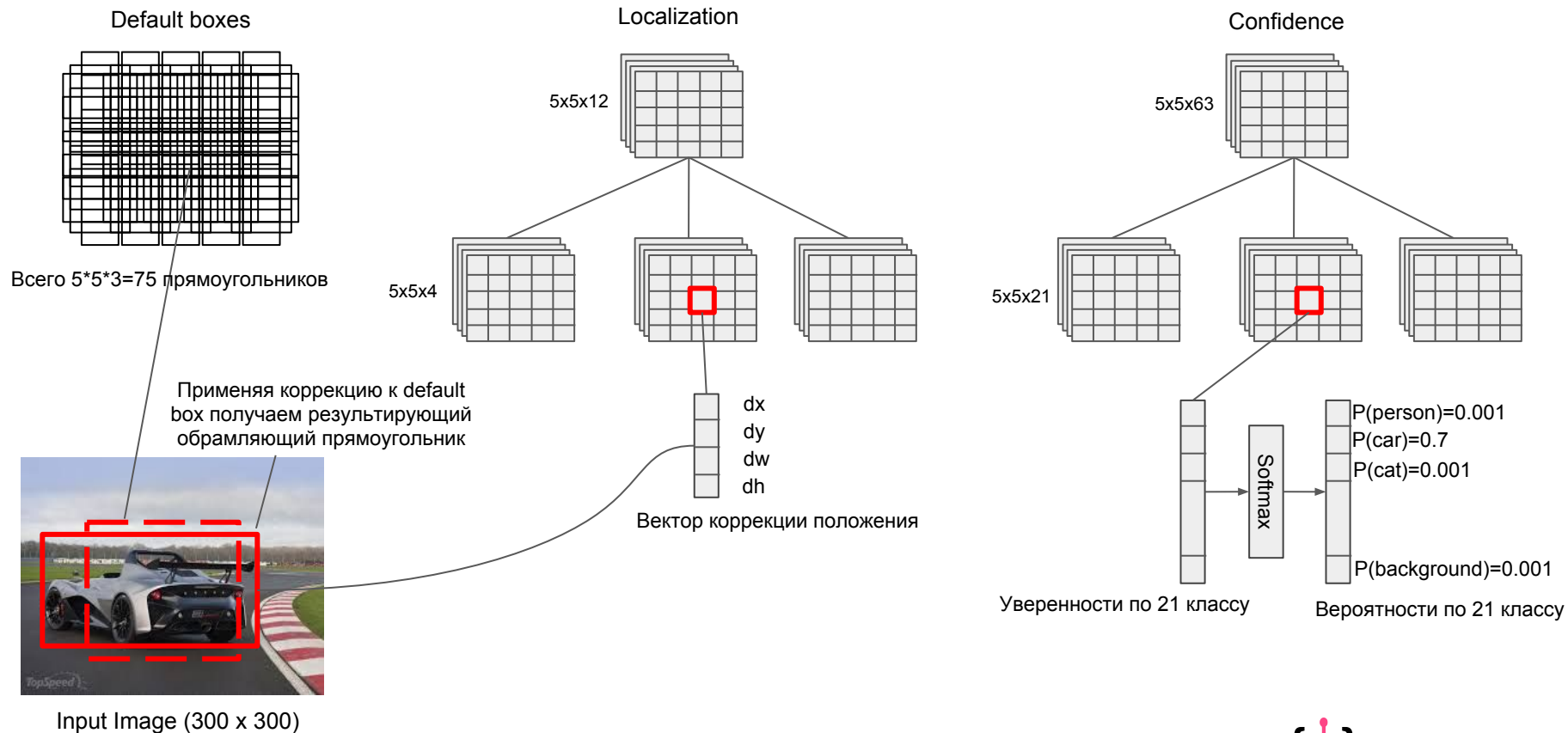
Input Image (300 x 300)



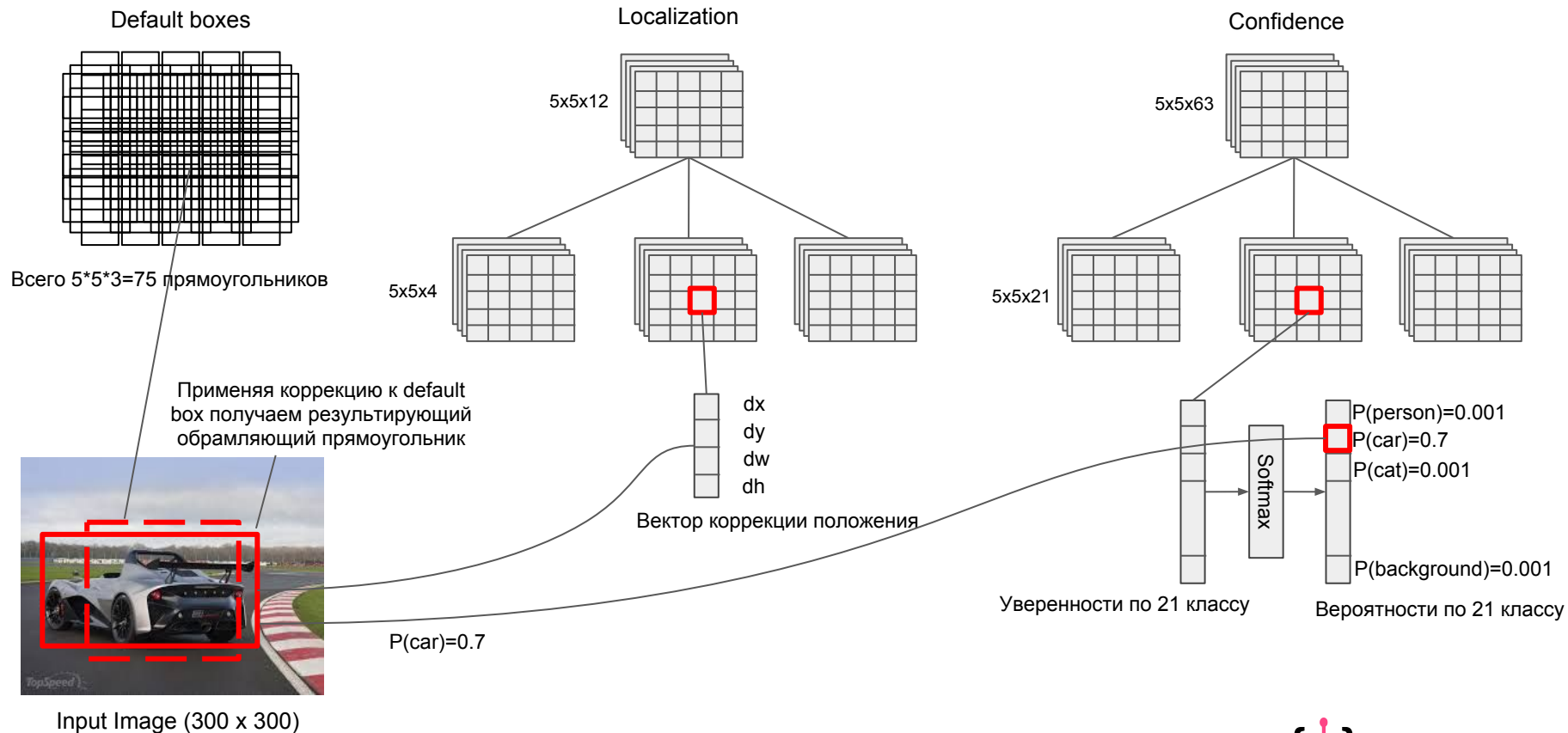
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



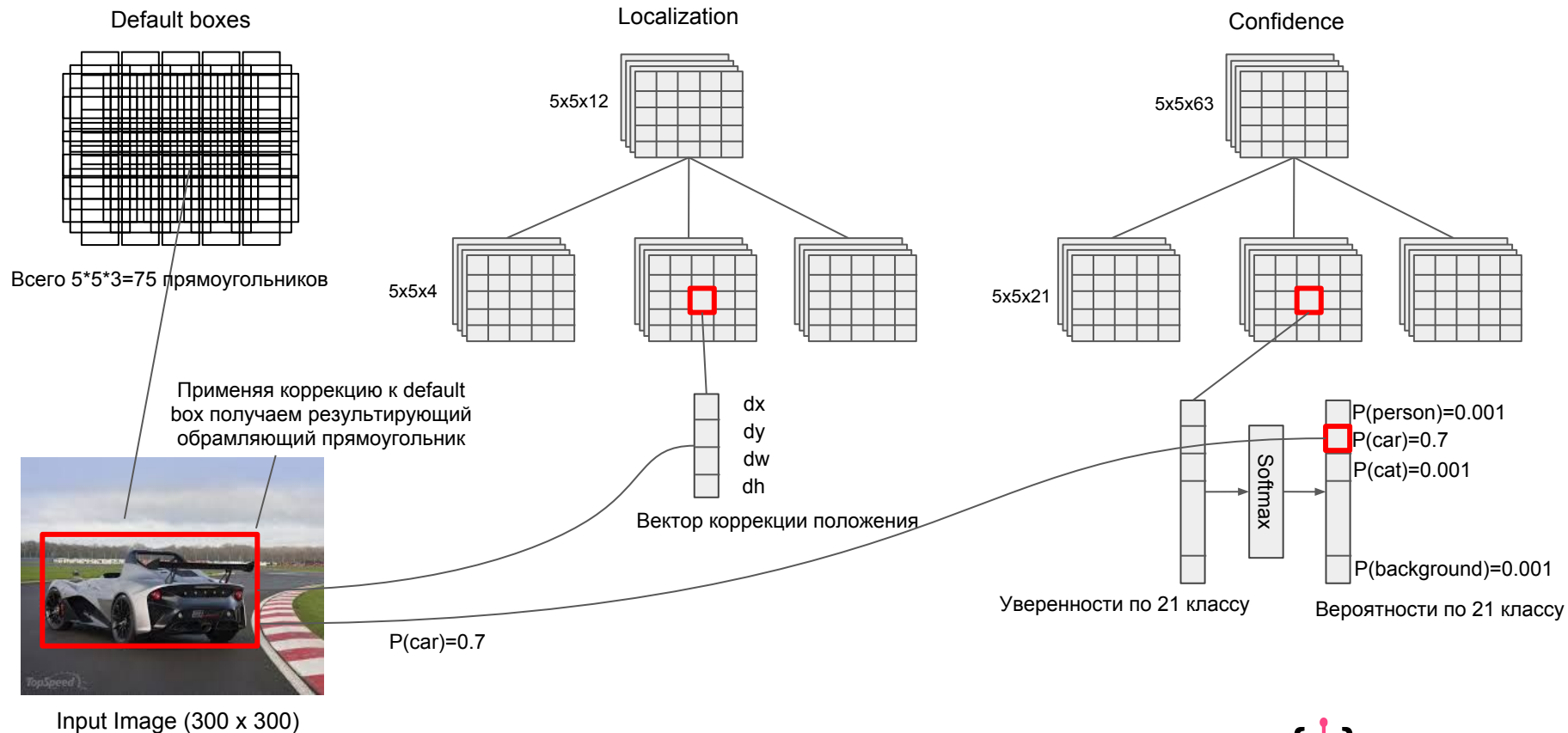
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



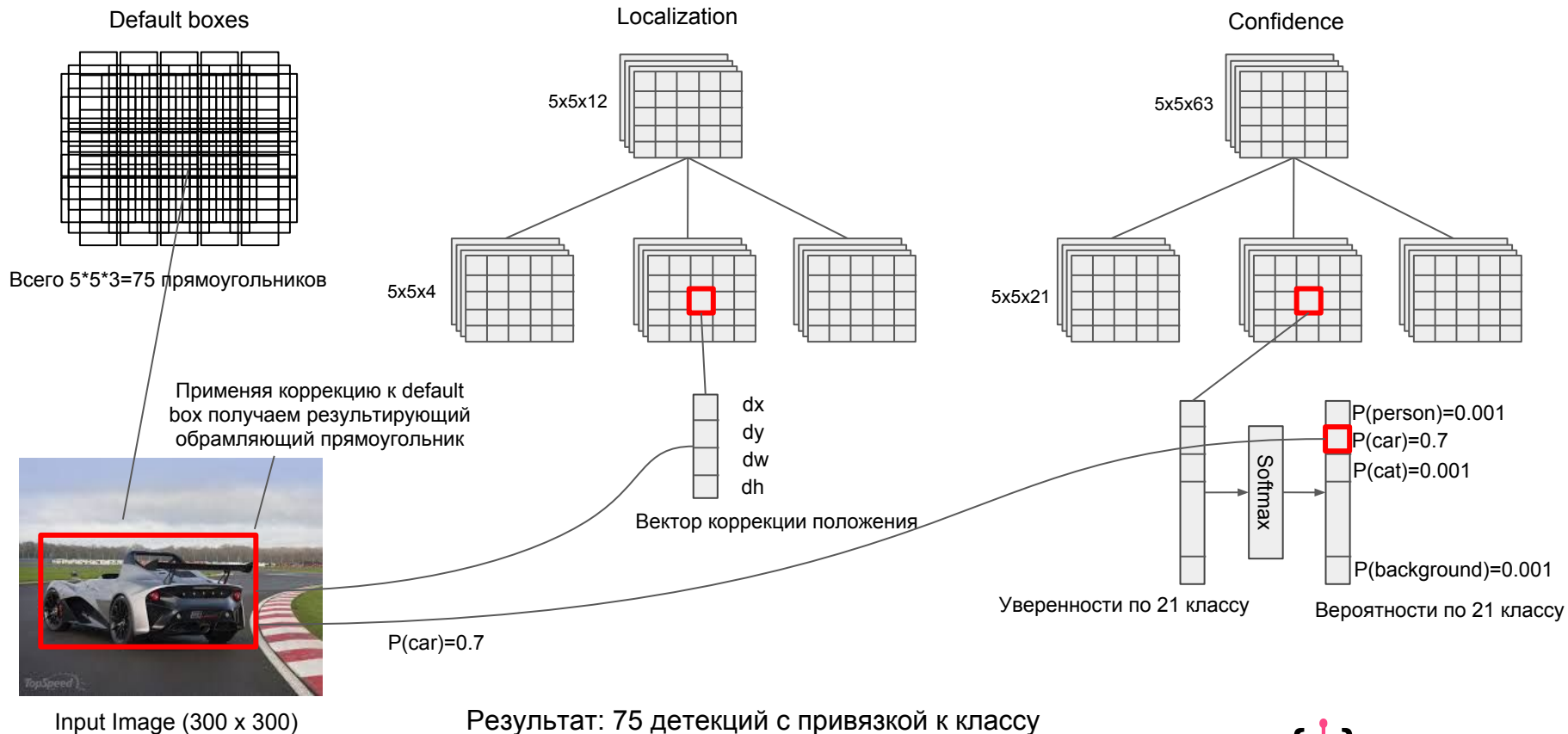
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)

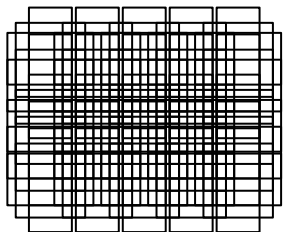


# Коррекция границ, классификация и фильтрация (1)



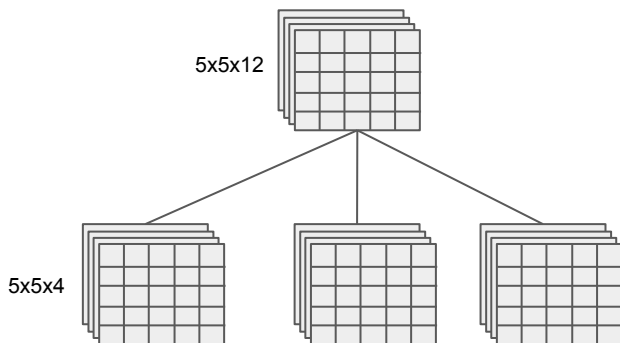
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (2)

Default boxes

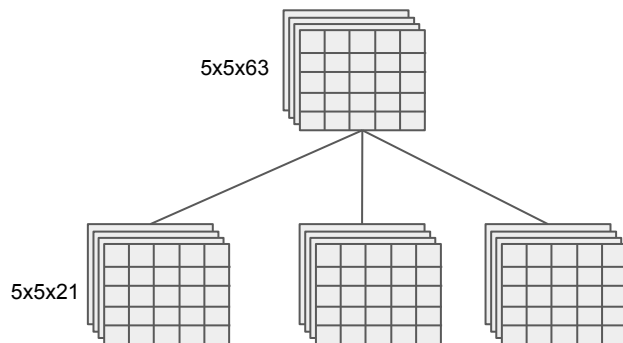


Всего  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Localization



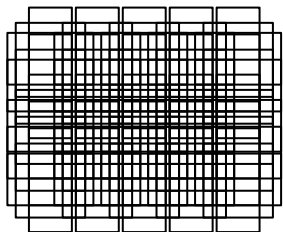
Confidence



75 детектируемых  
объектов

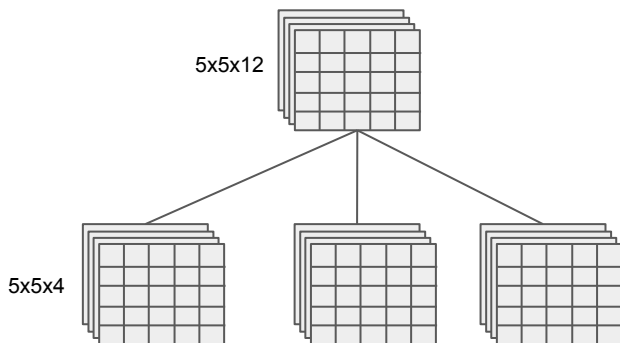
# Коррекция границ, классификация и фильтрация (2)

Default boxes

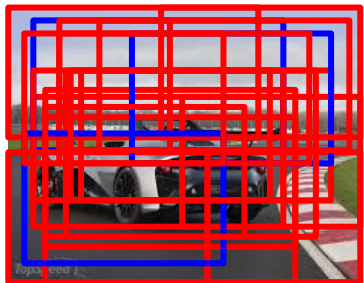
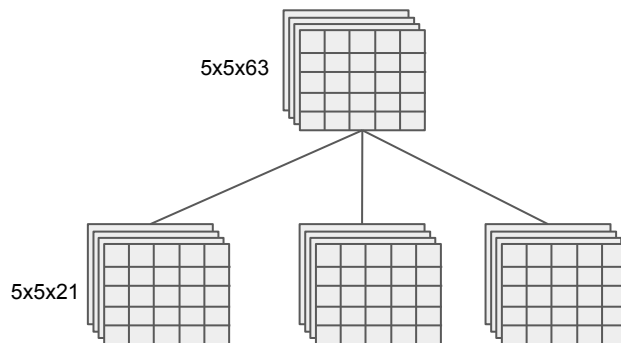


Всего  $5 \times 5 \times 3 = 75$  прямоугольников

Localization



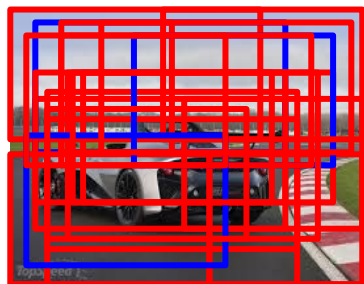
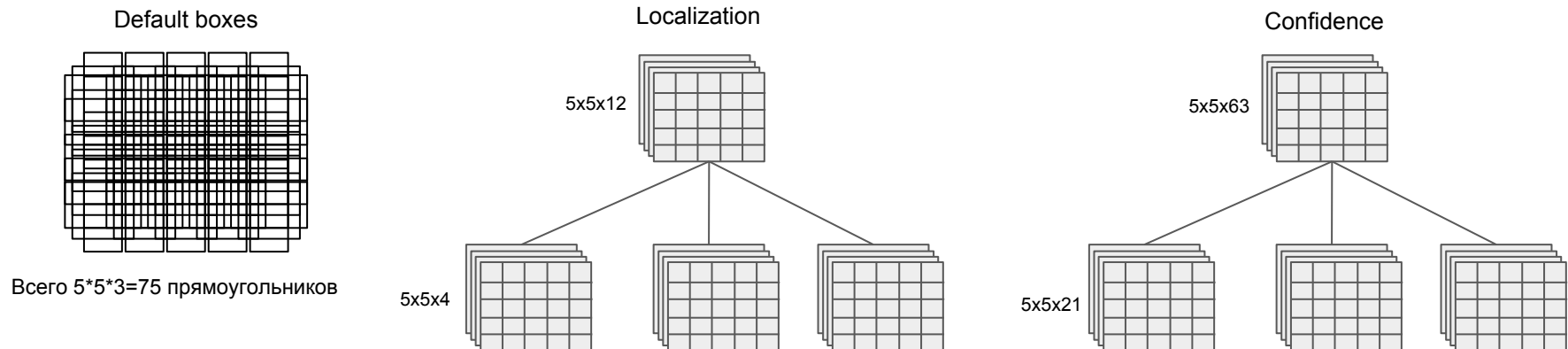
Confidence



75 детектируемых  
объектов



# Коррекция границ, классификация и фильтрация (2)

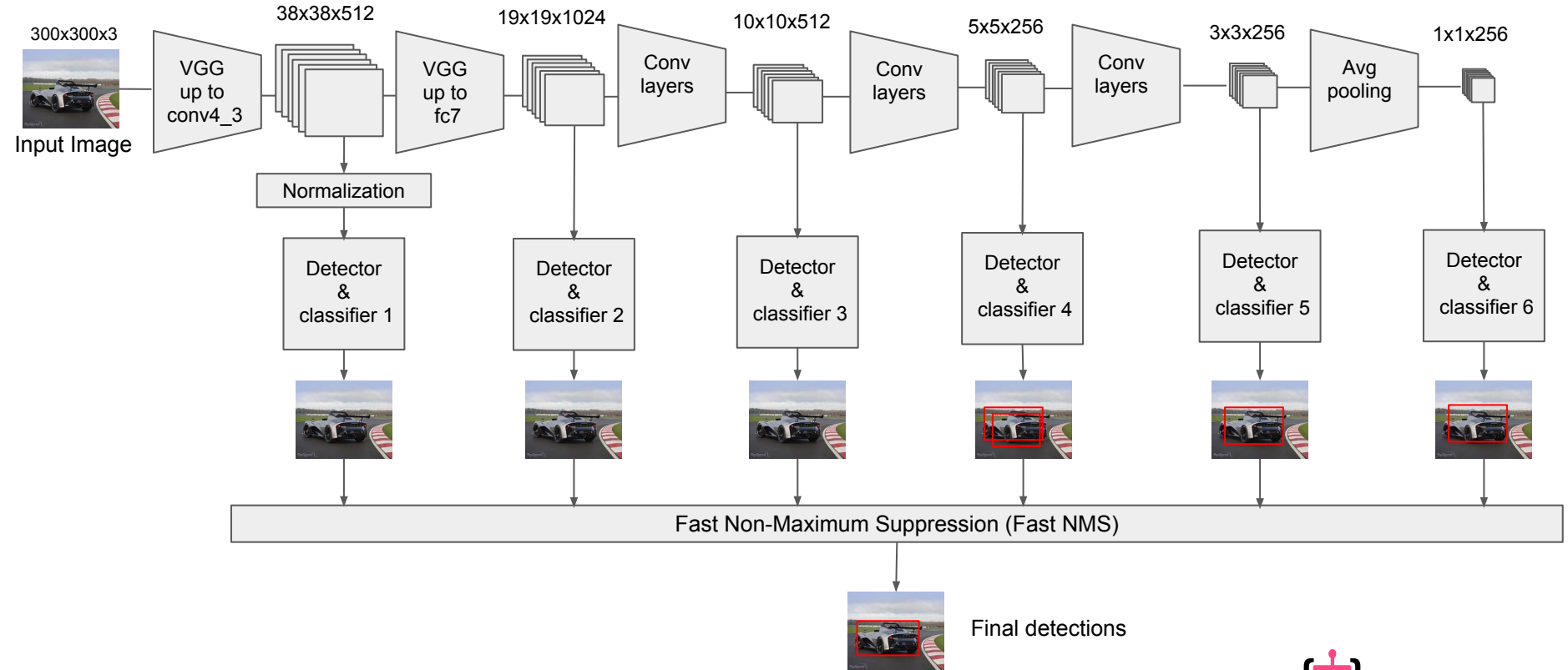


75 детектируемых  
объектов

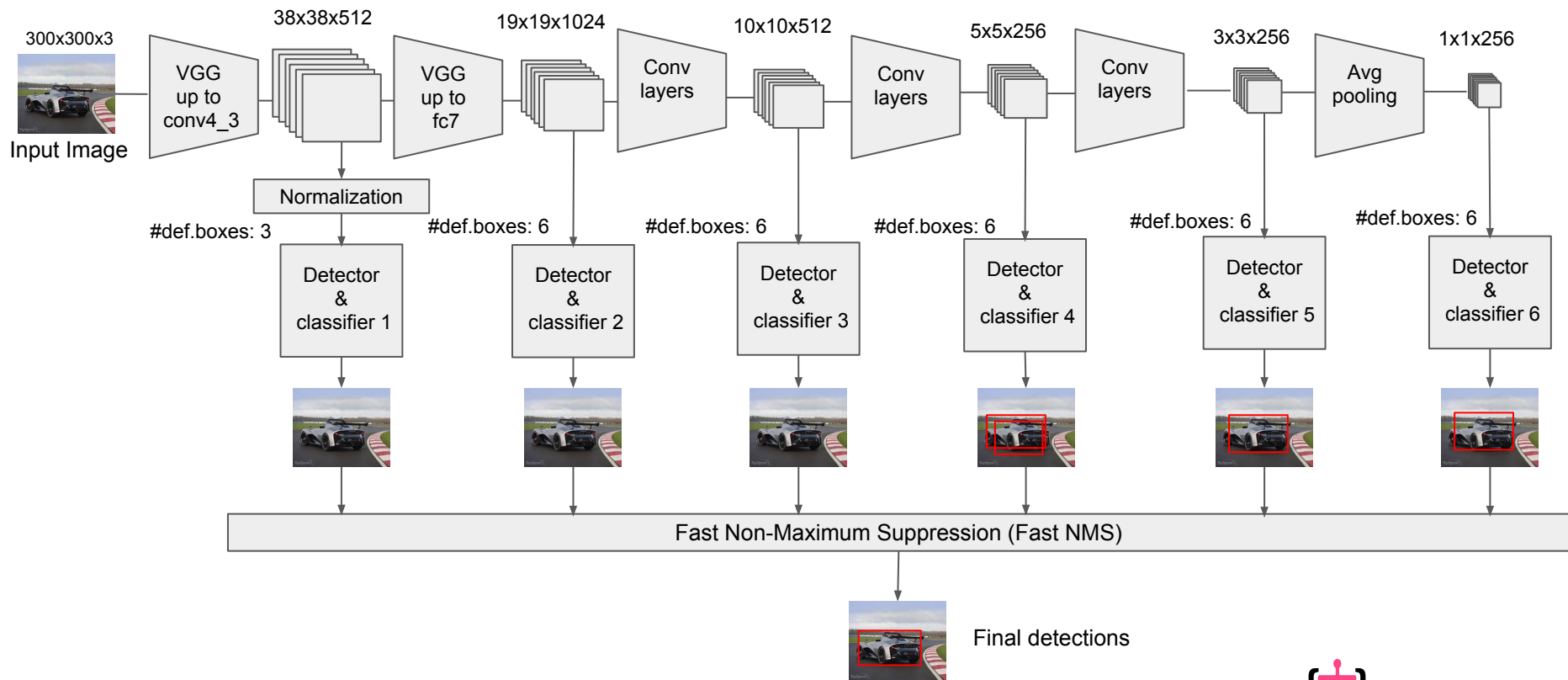
Фильтрация по  
confidence



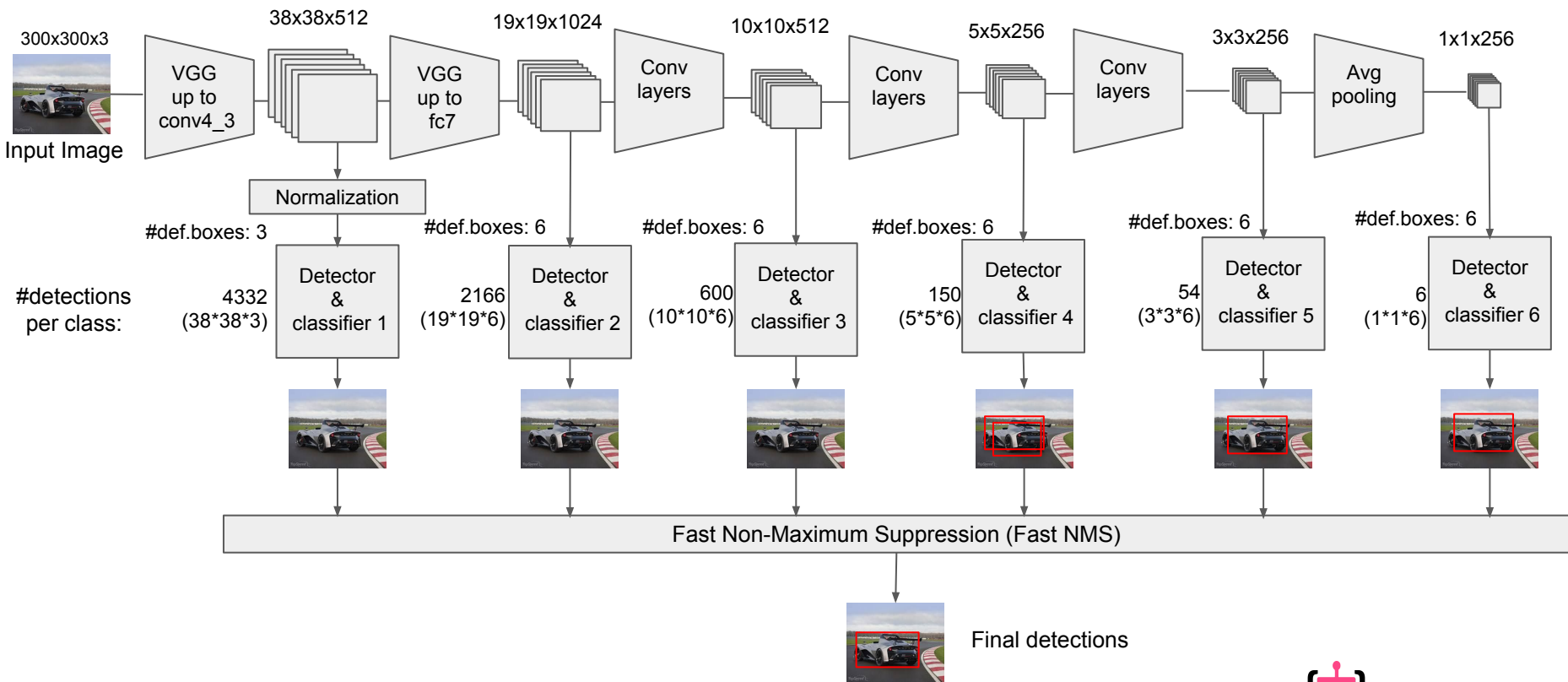
# Архитектура SSD 300



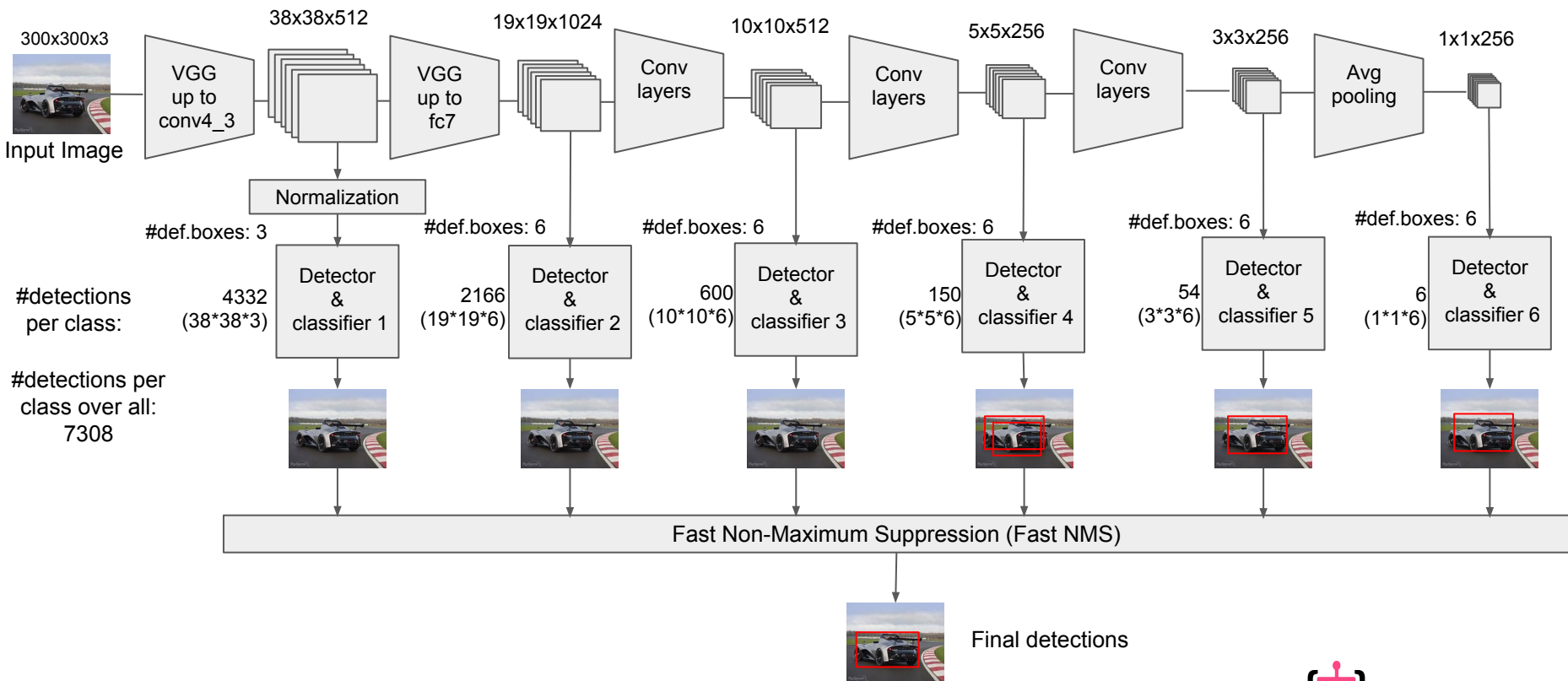
# Архитектура SSD 300



# Архитектура SSD 300



# Архитектура SSD 300



# Key Points

- Архитектура SSD позволяет детектировать объекты в реальном времени
- Качество работы близко к Faster R-CNN
- Детектирование происходит на разных масштабах, что позволяет локализовывать объекты разных размеров
- Используется большое количество default box-ов, покрывающих входное изображение на разных масштабах
- На этапе Inference архитектура SSD 300 осуществляет детектирование 7308 объектов, большая часть из которых впоследствии фильтруется

# Спасибо за внимание

Наш веб сайт: [deepsystems.io](https://deepsystems.io)

Наша команда ищет бизнес партнеров для создания deep learning решений, способных изменить мир к лучшему!