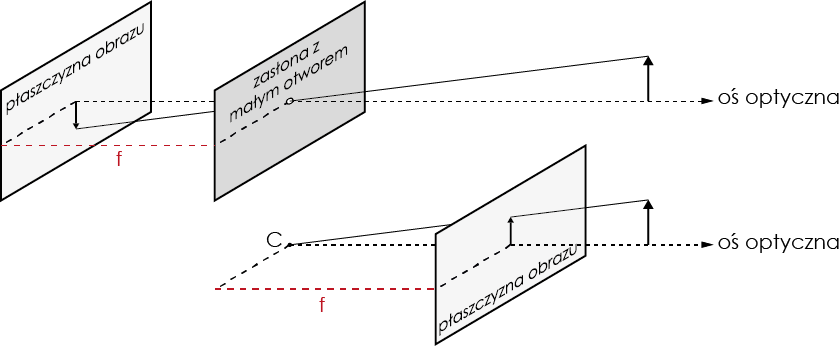
### Model matematyczny kamery

Współczesne aparaty cyfrowe, kamery, czy telefony posiadają często stosunkowo złożone systemy optyczne. Wynika to z faktu, że wymaga się od nich aby wykonane za ich pomocą fotografie były jak najlepszej jakości. Wszystkie te urządzenia znajdują jednocześnie zastosowanie w różnego rodzaju systemach wizyjnych, jako elementy akwizycji obrazu. W takich przypadkach niezbędne jest zbudowanie matematycznego modelu, który opisze proces rejestracji obrazu, rzeczywistych obiektów trójwymiarowych. Naturalnie im bardziej złożona jest wewnętrzna budowa urządzenia, tym trudniej jest taki model sporządzić. W praktyce, dla mniej zaawansowanych systemów korzysta się z prostego modelu kamery otworkowej który następnie uzupełnia się o wybraną liczbę zmiennych.



Rysunek 1.1.1.1 Model kamery otworkowej.

W modelu tym zakłada się, że:

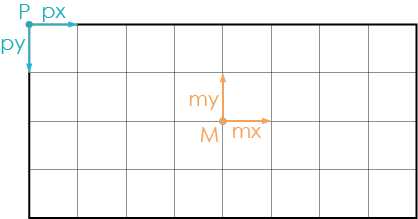
* Jedynie promienie przechodzące przez aperturę tworzą obraz, a ten powstaje na ścianie przeciwległej do zasłony.
* Oś optyczna/główna przecina płaszczyznę obrazu w punkcie p, który znajduje się dokładnie w połowie jej wysokości i szerokości.
* Płaszczyzna obrazu ustawiona jest prostopadle do osi optycznej, w odległości f od apertury

Rysunek 1.1.1.1 a stanowi graficzną prezentację modelu kamery otworkowej spełniającej wszystkie wymienione wyżej założenia. W ramach uproszczenia, rysunek a można zmodyfikować tak, aby powstały obraz nie był odwrócony. W tym celu płaszczyznę obrazu przenosi się między obserwowany obiekt a aperturę, którą na rysunku b oznaczono jako C, tj. środek projekcji/kamery.

Zgodnie z rysunkiem 1.1.1.1 podczas akwizycji obrazu dochodzi do rzutowania perspektywicznego, w którym punkty zdefiniowane w układzie 3D zostają mapowane do układu 2D, czyli na płaszczyznę obrazu. Można więc powiedzieć, że występują tu dwa układy współrzędnych:

* Trójwymiarowy układ współrzędnych C jest związany z kamerą. Jego środek pokrywa się ze środkiem kamery, a oś Z z osią optyczną.
* Dwuwymiarowy układ współrzędnych M leży w płaszczyźnie obrazu i definiuje położenie punktów na obrazie.

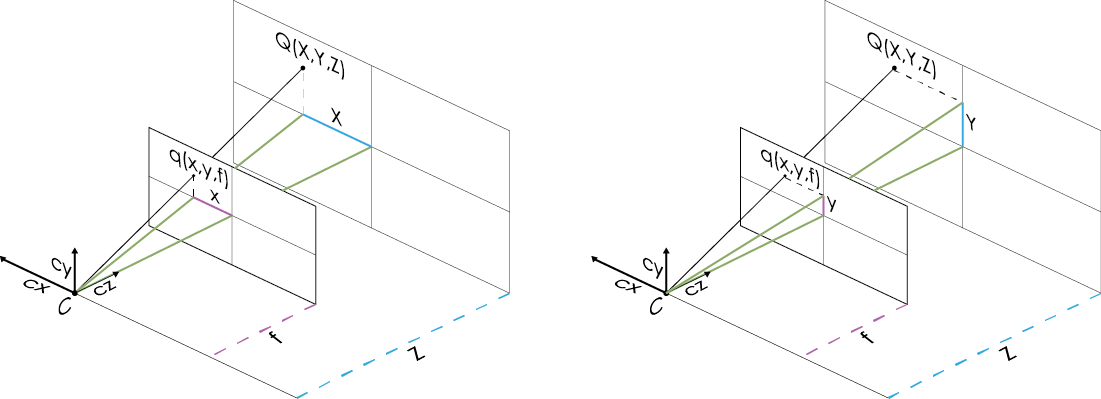
W praktyce rozpatruje się jeszcze jeden układ współrzędnych P związany z obrazem. Wynika to z cyfrowej formy zdjęcia, na którym najmniejszym elementem obrazu jest piksel. W przeciwieństwie do układu M który korzysta z jednostek metrycznych, w układzie P współrzędne punktu wyrażone są właśnie w pikselach.



Rysunek .

Na podstawie rysunku 1.1.1.1 można powiedzieć, że podczas akwizycji obrazu, dochodzi do rzutowania punktów przestrzennych na płaszczyznę obrazu. Pozycja punktów 3D jest tutaj wyrażona w układzie współrzędnych C związanym z kamerą, natomiast położenie odpowiadających im punktów na rzutni można zdefiniować w dwuwymiarowym układzie współrzędnych leżącym w płaszczyźnie obrazu. Sytuacja jest nieco bardziej skomplikowana ponieważ we współczesnych aparatach cyfrowych płaszczyzną obrazu jest najczęściej matryca CCD/CMOS. Taka matryca jest prostokątną macierzą elementów światłoczułych, dlatego też rozpatruje się dwa 2D układy współrzędnych związane z położeniem punktów na obrazie

* Obrazu P, związany z cyfrową formą zdjęcia, pozwala wyrazić położenie obrazu rzutu punktu 3D w pikselach.
* Obrazu M, który określa lokalizację punktu 2D w jednostkach metrycznych
* Układ współrzędny kamery C który definiuje położenie punktu 3D oraz płaszczyzny obrazu na której powstaje obraz rzutu tego punktu.



Rysunek 1.1.1.3 Rzutowanie perspektywiczne. Obraz rzutu punktu przestrzennego Q powstaje na płaszczyźnie obrazu w miejscu q, gdzie przebija ją promień rzutujący, łączący punkt Q i środek projekcji C.