

Celem projektu jest opracowanie sposobu organizacji obliczeń w rekonfigurowalnych układach MPSoC (ang. Multiprocessor System on Chip), który potencjalnie umożliwi realizację przetwarzania obrazu o rozdzielczości przestrzennej UHD/4K (3840 x 2160 pikseli) w czasie rzeczywistym tj. z prędkością 24/30/50 ramek na sekundę.

Od pewnego czasu obserwuje się bardzo dynamiczny rozwój kamer. Obecnie powszechnie wykorzystuje się już urządzenia o rozdzielczości 1920 x 1080 (tzw. Full HD), a rejestracja filmów w rozdzielczości 3840 x 2160 (tzw. 4K/UHD, w formacie 16:9) dostępna jest już w najnowszych modelach popularnych kamer sportowych i amatorskich. Także współczesne smartfony wyposażane są w aparaty o matrycach 12 i więcej megapikseli, co pozwala na rejestrację filmów 4K. Ponadto urządzenia wyświetlające powszechnego użytku, takie jak monitory czy telewizory wspierające standardy 4K, są już dostępne na rynku od pewnego czasu.

O ile akwizycja i wyświetlanie tego typu strumienia wizyjnego są obecnie w pełni możliwe, to już przeprowadzanie operacji z wykorzystaniem dostępnych i powszechnie używanych platform obliczeniowych (tj. komputerów i laptopów) jest bardzo czasochłonne i wymaga dużych zasobów pamięciowych. Doświadczył tego każdy, kto pracował z edycją tego typu materiału wideo. Warto sobie uświadomić, że 1 nieskompresowana ramka kolorowego obrazu 4K to ponad 23 MB danych, a minuta takiego filmu (30 ramek na sekundę) to już ponad 41 GB. Z drugiej strony, w wielu sytuacjach wykorzystanie obrazu o większej rozdzielczości poprawia parametry rozważanego systemu wizyjnego. Dobrym przykładem może być detekcja pieszych, będąca elementem bardzo popularnych ostatnio systemów wspomagających kierowcę samochodu. Na większym obrazie można wykryć osoby, które znajdują się daleko od kamery, co umożliwi wcześniejszą sygnalizację potencjalnie niebezpiecznej sytuacji.

W tym miejscu można zadać pytanie – czy możliwa jest realizacja przetwarzania strumienia wizyjnego i np. detekcji pieszych dla obrazu 4K w czasie rzeczywistym tj. dla 24/30/50 ramek na sekundę? Warto też zaznaczyć, że w przedstawionym przykładzie, a także wielu innych takich jak drony, pojazdy elektryczne, czy monitoring wizyjny, można użyć potężnych platform obliczeniowych (superkomputerów, czy wydajnych procesorów graficznych), gdyż zużywają one zbyt dużo energii. Odpowiednim rozwiązaniem wydają się być nowoczesne układy reprogramowalne (FPGA), dodatkowo wyposażone w wydajne systemy procesorowe oraz procesory graficzne (np. rodzina Zynq UltraScale+ firmy Xilinx). Poprzez swoją architekturę umożliwiają one równoległe obliczenia, co stanowi podstawę realizacji przetwarzania strumienia wizyjnego w czasie rzeczywistym. Dodatkowo, zwykle można i opłaca się je wykorzystać blisko czujnika wizyjnego (tzw. kamera inteligentna). W ten sposób unika się potrzeby transmisji ogromnego strumienia danych. Stworzony w ten sposób rozproszony system obliczeniowy jest też bardziej efektywny energetycznie.

W ramach podejmowanych prac badawczych planowana jest implementacja sprzętowa między innymi następujących algorytmów wizyjnych: filtracji (uśredniającej, Gaussa, medianowej, ale także bardziej zaawansowanych metod jak wektorowy filtr medianowy, czy filtr bilateralny), detekcji krawędzi (metody Sobela, Canny'ego), indeksacji jednoprzebiegowej i dwuprzebiegowej, a także prace nad wyznaczeniem mapy głębi (stereowizją, rektyfikacją obrazu, odtwarzaniem głębi na podstawie obrazu z pojedynczej kamery), segmentacją obiektów ruchomych (przepływ optyczny), segmentacją obiektów pierwszoplanowych (modelowaniem tła), detekcją obiektów (np. ludzi, samochodów), czy śledzeniem obiektów. Z wymienionych komponentów możliwe będzie zbudowanie zaawansowanych systemów wizyjnych działających w rozdzielczości 4K np. detekcji porzuconego bagażu oraz re-identyfikacji osób w systemie wielokamerowym.

W trakcie proponowanych badań zostanie wypracowany i udokumentowany sposób postępowania, który pozwoli przejść od implementacji algorytmu w języku wysokiego poziomu np. C/C++ do wydajnej implementacji dla systemu MPSoC. Dodatkowo elementem badań, będzie porównanie zaproponowanej metodologii z dostępnymi narzędziami, które proces podziału obliczeń pomiędzy poszczególne zasoby sprzętowe realizują w sposób automatyczny. Planowane eksperymenty dostarczą odpowiedzi na pytanie: czy i dla jakich algorytmów możliwe jest automatyczne otrzymanie architektury systemu sprzętowo-programowego zdolnego do przetwarzania obrazów 4K w czasie rzeczywistym.

W ramach niniejszego projektu skupiono się na przetwarzaniu strumienia wizyjnego, gdyż na tym przykładzie można bardzo dobrze pokazać zalety rozwiązań sprzętowo-programowych. Jednakże uzyskanie wyników i doświadczenia będzie można wykorzystać także w aplikacjach, które wymagają zaawansowanego i szybkiego przetwarzania innego rodzaju sygnałów np. biomedycznych.