



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA  
WIELKOPOLSKIEGO  
WOJEWÓDZKI URZĄD PRACY  
W POZNANIU

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Michał Fularz**

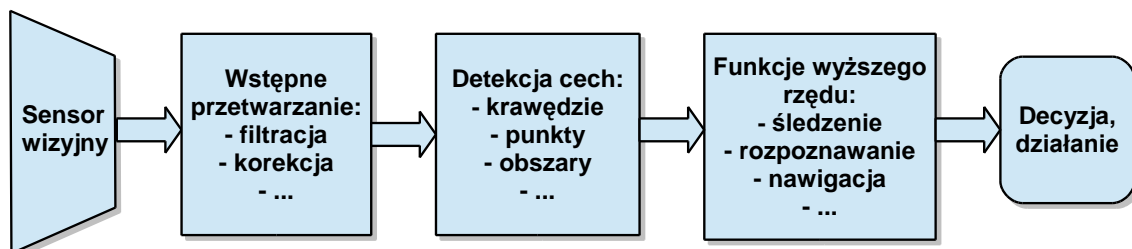
**Politechnika Poznańska / Wydział Elektryczny / Instytut Automatyki i Inżynierii Informatycznej**

Stypendysta projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”, Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

## Architektury sprzętowo-programowe wbudowanych, reprogramowalnych systemów wizyjnych

Przedmiotem pracy doktorskiej jest zaprojektowanie sprzętowo-programowego systemu wbudowanego zrealizowanego w technologii FPGA (*ang. Field Programmable Gate Array*), który zaoferuje wielopoziomowe przetwarzanie obrazu.

Metody przetwarzania obrazu znajdują coraz więcej zastosowań. Są wykorzystywane w aparatach fotograficznych, które potrafią wykryć uśmiech i wówczas zrobić zdjęcie, w zaawansowanych systemach automatycznego nadzoru wizyjnego procesu produkcyjnego, czy w samodzielnie poruszających się samochodach. We wszystkich tych zastosowaniach pewien system obliczeniowy (np. popularny komputer klasy PC) przetwarza obraz pozyskany z sensora wizyjnego. Wraz z rozwojem układów wizyjnych pozyskiwany obraz jest coraz wyższej rozdzielczości. Efektem wzrostu rozdzielczości (a tym samym jakości) obrazów jest wzrost wymagań dotyczących niezbędnej mocy obliczeniowej do ich przetworzenia. Jedną z możliwych metod szybkiego analizy tak dużych ilości danych jest zastosowanie układów FPGA. Przykładowy schemat przetwarzania obrazu w systemie wizyjnym przedstawiono na Rysunku 1.



Rys. 1 – Ogólny schemat przetwarzania obrazu.

Układy FPGA to układy scalone, które w swojej strukturze zawierają miliony bramek logicznych, które, w praktycznie dowolny sposób, można ze sobą łączyć uzyskując system dedykowany do realizacji określonego zadania. Taka specjalizacja pozwala przetwarzać obraz wielokrotnie szybciej niż system oparty o tradycyjne jednostki obliczeniowe jak np. komputery PC.

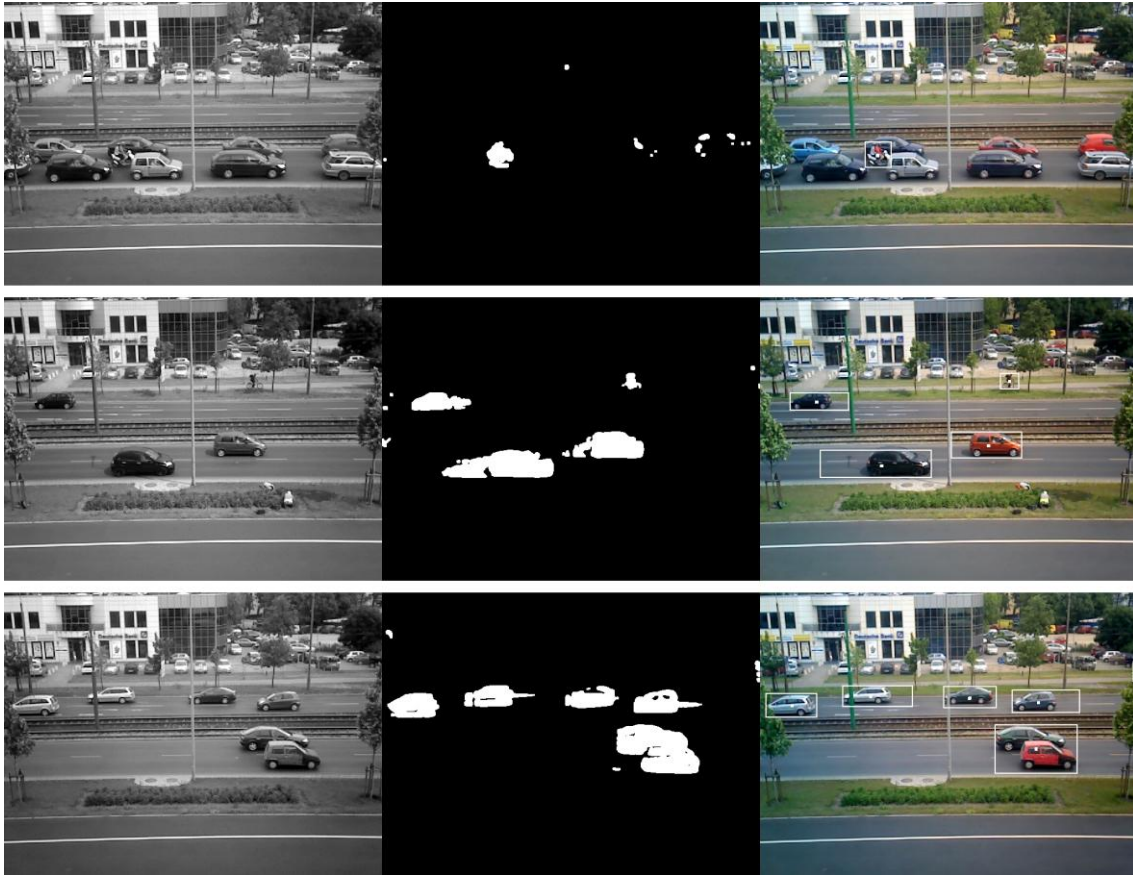
Zastosowanie architektury sprzętowo-programowej jest skomplikowanym procesem projektowym polegającym na zaprojektowaniu dedykowanych koprocessorów i połączeniu ich w sposób wynikający z podziału zadań z rdzeniami mikroprocesorowymi w jeden funkcjonalny system wieloprocessorowy.

Czynnikiem motywującym realizację kompletnego systemu wizyjnego w pojedynczym układzie scalonym jest niewielka liczba tego typu rozwiązań opisywanych w aktualnej literaturze. Pomimo, że poszczególne elementy systemu (przetwarzanie wstępne, detektory cech) zostały dobrze opisane, to jednak kompletnych, funkcjonalnych systemów powstaje niewiele. Zastosowanie architektury sprzętowo-programowej z podziałem zadań między dedykowane koprocessory i powielone rdzenie ogólnego przeznaczenia jest interesującym wyzwaniem badawczym.

Efektom zrealizowanej pracy doktorskiej będzie zaimplementowany w technologii FPGA wbudowany układ wizyjny zdolny do głębokiej analizy obrazu. Układ ten zostanie połączony z czujnikiem do rejestracji obrazu w celu stworzenia inteligentnej kamery (*ang. smart camera*). Zestaw takich sensorów wizyjnych zostanie przetestowany jako sieć kamer inteligentnych. Rozwiązanie to zaoferuje:

- możliwość realizacji zaawansowanych metod analizy obrazu bezpośrednio w węzle sieci (kamerze),
- niskie zapotrzebowanie na energię pojedynczego elementu sieci (zasilanie bateryjne),
- możliwość przesyłania tylko istotnych informacji (np. charakterystyki wykrytych obiektów, kierunku ich przemieszczania itp.) do pozostałych elementów systemu nadzoru wizyjnego, co redukuje w znaczny sposób zapotrzebowania na przepustowość łącza danych.

Na rysunku 2 zaprezentowano przykład działania systemu w celu wykrywania poruszających się obiektów na drodze.



Rys. 2 – Obrazu ruchu drogowego (kolumna po lewej), ruch wykryty na scenie oraz ta oraz sama scena z zaznaczonymi wykrytymi obiektami.

Opisane powyżej zalety sprawiają, że bezpośrednie wdrożenie rezultatów pracy doktorskiej w województwie wielkopolskim może przyczynić się do znacznego wzrostu wykorzystania systemów nadzoru wizyjnego. Aktualnie stosowane rozwiązania oparte o statyczne kamery przesyłające wszystkie informacje (strumień wideo) do operatora, czy centralnego punktu obliczeniowego stają się kłopotliwe w przypadku wzrostu powierzchni obserwowanego obiektu. Większa liczba kamer oznacza znaczny wzrost wymaganej przepustowości dostępnej infrastruktury. Dodatkowo analiza tak znacznej ilości zebranych danych wymaga znacznej mocy obliczeniowej lub wielu operatorów obserwujących aktualną sytuację.

W ten sposób realizacja rozprawy doktorskiej oferuje województwu wielkopolskiemu nowoczesny i funkcjonalny produkt, który może konkurować z rozwiązaniami krajowymi i międzynarodowymi.

Kolejnym zastosowaniem efektów pracy doktorskiej w województwie wielkopolskim jest wykorzystanie opracowanej architektury wbudowanego systemu wizyjnego do innych, niż nadzór wizyjny, zadań. Zdefiniowana architektura, dzięki zastosowaniu metodologii hardware–software codesign i podziału zadań na wiele bloków obliczeniowych charakteryzuje się dużą elastycznością w zakresie formowania potoku obliczeniowego do

realizacji innych algorytmów przetwarzania obrazu. Tym samym efekty prac mogą znaleźć zastosowanie w prężnie rozwijającej się branży robotów mobilnych, dla których możliwość rozpoznawania otoczenia, przy jednoczesnym niewielkim zużyciu energii pozwala na znaczne rozszerzenie funkcjonalności oraz czasu pracy. Zastosowaniem takich robotów jest szerokie. Drugim potencjalnym zastosowaniem opracowanego systemu wizyjnego jest automatyzacja procesów wytwórczych gdzie szybkość analizy ma kluczowe znaczenie. Zwiększenie przepustowości linii produkcyjnej dzięki przyspieszeniu etapu testowania z wykorzystaniem systemu wizyjnego jest nieocenione. Znaczną przewagą opracowanego rozwiązania w przypadku zastosowań na linii produkcyjnej jest unikatowość wymagań jakie często tam występują. Dzięki temu elastyczność struktury wewnętrznej układu FPGA umożliwia łatwe dostosowanie systemu do wymagań konkretnej aplikacji.

Wielkopolska może zyskać bardzo wiele na pracach związanych z rozwojem zaawansowanej technologii jaką są układy FPGA. Prace realizowane w ramach rozprawy doktorskiej mogą przyczynić się do istotnej modernizacji infrastruktury poprzez wykorzystanie technologii FPGA do projektowania zaawansowanych, a jednocześnie energooszczędnych systemów sterowania czy nadzoru wizyjnego. Można przypuszczać, że systemy oparte o układy FPGA będą znajdowały coraz więcej zastosowań, a na rynku powstanie nisza rozwojowa dla firm zajmujących się ich projektowaniem. W ten sposób wiedza zdobyta w trakcie realizacji pracy doktorskiej pozwoli na rozpoczęcie własnej działalności gospodarczej w postaci firmy typu spin-off (pośrednią komercjalizacją wyników badań). Wielkopolska zyska firmę z branży wysokich technologii o zdywersyfikowanym portfolio. Opracowane w ramach pracy sprzętowe implementacje algorytmów przetwarzania obrazu mogą być licencjonowane jako niezależne elementy (ang. IP cores). Powołana do życia spółka zajmie się projektowaniem dedykowanych systemów wizyjnych i rozwojem IP cores do przetwarzania obrazu. Potwierdzeniem popytu na takie usługi jest fakt współpracy z wielkopolską firmą w ramach opracowywania wniosku do Programu Badań Stosowanych, którego celem jest opracowanie metod poubojowej klasyfikacji tusz wieprzowych i implementacja ich w układzie reprogramowalnym.

Podsumowując realizowana praca doktorska charakteryzuje się dużym potencjałem wdrożeniowym. Zarówno bezpośrednia jak i pośrednia komercjalizacja rezultatów badań w znacznym stopniu może przyczynić się do wzrostu innowacyjności wielkopolskich przedsiębiorstw.

Więcej o prowadzonych pracach można znaleźć na stronie:

<http://www.vision.put.poznan.pl/>