



PORTFOLIO:

Demonstratory algorytmów monitoringu wizyjnego oraz wideodetektora w zasobach rekonfigurowalnych i heterogenicznych

Autorzy: Marek Gorgoń, Tomasz Kryjak, Mateusz Komorkiewicz, Mateusz Zuń

Centrum Inteligentnych Systemów Informatycznych Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
budynek C-2 pokój 426 tel: 12 617 44 53 www.isi.agh.edu.pl isi@agh.edu.pl



1. Opis merytoryczny (do 3500 znaków)

A/ Cel naukowy

jaki problem wnioskodawca podejmuje się rozwiązać, co jest jego istotą, co uzasadnia podjęcie tego problemu, jakie przesłanki skłaniają wnioskodawcę do podjęcia proponowanego tematu,

Celem naukowym przygotowanych badań będzie opracowanie nowych koncepcji zrównoleglenia i modyfikacji algorytmów analizy i rozpoznawania obrazów, a następnie opracowanie nowych architektur systemów rekonfigurowalnych i ich implementacja i weryfikacja w układach FPGA oraz zintegrowanych w środowiskach heterogenicznych.

Opracowane systemy zapewniać mają bezstratne przetwarzanie i analizę strumienia danych wizyjnych o wysokich przepływnościach w celu uzyskania informacji niezbędnej w procesie sterowania aplikacjami działającymi w czasie rzeczywistym np. systemy wizyjnego nadzoru czy wideodetekcja w systemach sterowania ruchem drogowym

B/ Istniejący stan wiedzy w zakresie tematu badań

jaki oryginalny wkład wniesie rozwiązanie postawionego problemu do dorobku danej dyscypliny, czy jest to problem nowy czy kontynuowany

Obecny stan wiedzy w tej dziedzinie, w dużym skrócie, można scharakteryzować jako osiągnięcie zdolności do użycia technologii FPGA w wbudowanych systemach wizyjnych na poziomie komercyjnym, również na skalę przemysłową.

Granica ilościowa wyznaczona jest zdolnością przetwarzania strumienia danych o określonej przepływności, przy czym znaczna większość publikowanych prac odnosi się do strumienia wizyjnego o standardowej lub wysokiej rozdzielczości obrazu barwnego dla kilkudziesięciu ramek na sekundę [Wang 2014][Komorkiewicz 2014]. Granica jakościowa określa pewien typ algorytmów, który może być skutecznie zaimplementowany w układzie FPGA [Gorgoń 2013]. Do algorytmów tych należy zaliczyć znaczną większość algorytmów przetwarzania wstępnego [Xin Tan 2014] [Gabiger-Rose 2014], kompresji i dekompresji obrazów [Potluri 2014] [Youngsub Ko 2014] oraz niektóre algorytmy analizy oraz rozpoznawania obrazów [Jiang 2014] [Genovese 2014].

C/ Metodyka badań

co stanowi podstawę naukowego warsztatu wnioskodawcy i jak zamierza rozwiązać postawiony problem,

Implementacja algorytmu w układzie FPGA jest procesem wieloetapowym.

Metodyka projektowania, obejmuje pięć głównych faz. Są to kolejno:

- a. analiza zadania obliczeniowego,
- b. przygotowanie referencyjnej implementacji opracowanego algorytmu,
- c. projektowanie, implementacja, symulacja, testowanie i weryfikacja modułów obliczeniowych w zasobach logiki programowalnej oraz ocena ich parametrów,

- d. porównanie wyników osiągniętych w implementacji referencyjnej oraz w implementacji FPGA,
- e. testowanie systemu obliczeniowego, weryfikacja współpracy układu FPGA z pamięcią i procesorem (jeśli został użyty).

W każdej z faz przedstawionego procesu następuje ocena uzyskanych rezultatów. Zakładana jest możliwość dokonania korekty i powrotu do fazy wcześniejszej, jeśli nie osiągnięto satysfakcjonujących wyników.

Przedstawiona metodyka stanowi ogólne ramy postępowania. Prowadzi do powstania wyników, które charakteryzują się wiarygodnością i powtarzalnością. Może być również zastosowana jako ważny etap procesu przygotowania przedsięwzięcia komercyjnego, w którym planuje się wykorzystanie rekonfigurowalnego systemu obliczeniowego. jakie urządzenia (aparatura) zostaną wykorzystane w badaniach, W proponowanych rozwiązaniach planuje się użycie dwóch rodzajów platform FPGA: płyt testowych z układem rekonfigurowalnym serii Virtex: takich jak Virtex ML605 lub VC707 oraz płyty testowej wyposażonych w układ Zynq, zawierających zasoby heterogeniczne: zasoby logiki reprogramowalnej i procesory ARM. Wymienione wyżej urządzenia, wyprodukowane w firmie Xilinx, stanowią wyposażenie Laboratorium Biocybernetyki KAIIB AGH. Ponadto zastosowane zostaną kamery cyfrowe różnych producentów jako źródła obrazu cyfrowego, stacje obliczeniowe oraz urządzenia do wizualizacji wyników (monitory LCD i rzutniki komputerowe).

D/ Co będzie wymiernym, udokumentowanym efektem podjętego problemu

nowe patenty „know-how”, nowe metody, urządzenia, implikacje, konsekwencje, walory. Wnioskowane środki wykorzystane zostaną w szczególności na wykonanie badań związanych z opracowaniem demonstratora algorytmu wideodetektora, w którym obliczenia realizowane zostaną w zasobach heterogenicznych układu reprogramowalnego Zynq (Xilinx). Ponadto środki finansowe przeznaczone zostaną na propagowanie nowych i uzyskanych wcześniej wyników badań: udziału w dwóch specjalnych sesjach pokazowych organizowanych w trakcie konferencji międzynarodowych. Planowane jest zaprezentowanie demonstratorów technologii - tj. stanowisk wyposażonych w platformę rekonfigurowalną (FPGA lub heterogeniczną) oraz źródło obrazu i urządzenia wizualizujące wyniki (monitory, rzutniki multimedialne). W szczególności będą to prezentacje następujących metod: generacji tła (clustering, ViBE or PBAS), gęstego przepływu optycznego wg algorytmu Horna-Schuncka, algorytmów wideodetekcji, obliczenia mapy dysparycji oraz wybranych metod nadzoru wizyjnego (np. wykrycia naruszenia strefy zabronionej).

Ważnym, wymiernym efektem będą również referaty naukowe, opublikowane na konferencjach międzynarodowych, krótkie doniesienia o wykonaniu demonstratorów oraz angielskojęzyczne plakaty (postery), jak również foldery reklamowe, które będą mogły być wykorzystane przy prezentacjach opracowanych demonstratorów.

Charakterystyka i typ potencjalnych nabywców:

A/ Partnerzy z przemysłu, biznesu potencjalnie zainteresowani rozwiązaniem

Tematyka przetwarzania obrazów w czasie rzeczywistym i jego wykorzystania w systemach wizyjnych czasu rzeczywistego ma szerokie grono odbiorców. Obecnie w trakcie oceny w NCBiR jest w trakcie oceny wniosek, który uwzględnia tematykę monitoringu wizyjnego, w którym głównymi wnioskodawcami są firma Qumak i AGH. Zainteresowanie rozwiązaniami opracowanymi przez wnioskodawców wyraził dział konstrukcyjny niemieckiego oddziału firmy Altera, współpracującej z przemysłem motoryzacyjnym. Przeprowadzenie demonstracji na konferencji FPL w Niemczech umożliwi podtrzymanie kontaktów z firmą Altera, a także może ułatwić rozmowy z środowiskiem naukowym na temat udziału w międzynarodowym projekcie badawczym.

B/ Jednostki samorządowe i instytucje potencjalnie zainteresowane rozwiązaniem, Monitoring wizyjny oraz sterowanie ruchem drogowym leżą w centrum zainteresowania jednostek samorządowych. Potwierdzają to m.in. wyniki referendum przeprowadzonego w Krakowie w tym roku, w którym rozbudowa monitoringu wizyjnego uzyskała akceptację społeczną i tym samym władze miasta zostały zobligowane do jego rozbudowy. Również instytucje publiczne, dla których ważne jest zwiększanie poziomu bezpieczeństwa i lepsza ochrona obiektów mogą być zainteresowane inwestowaniem w inteligentne systemy monitoringu wizyjnego.

C/ obszary przemysłu, biznesu, w których można zastosować rozwiązanie. W systemach kontroli pojazdu kamery inteligentne odgrywają coraz poważniejszą rolę. Jednym z kierunków prac projektowych jest wykorzystanie w systemach wizyjnych układów reprogramowalnych i heterogenicznych. Można sobie również wyobrazić, że tematyka ta będzie atrakcyjna dla szerszego spektrum odbiorców, bowiem istnieje możliwość modelowania algorytmów pod kątem wielu innych aplikacji.

Tworzone algorytmy, ich implementacje mogą docelowo, po przeprowadzeniu szeregu etapów na drodze do komercjalizacji, zostać wykorzystane w systemach monitoringu wizyjnego oraz kontroli ruchu pojazdów. Do potencjalnych zainteresowanych należą firmy zajmujące się wdrażaniem nowoczesnych, cyfrowych systemów monitoringu wizyjnego, czy też rozwijające technologie związane ze sterowaniem ruchem drogowym. Inną grupą odbiorców stanowi przemysł motoryzacyjny.

3. Opis istniejących materiałów promocyjnych, które mogą być wykorzystane do promocji np.: projekty, zdjęcia, szkice, wizualizacje.

Istniejące obecnie materiały promocyjne wykonane zostały w związku z wygłoszonymi referatami i prezentacjami konferencyjnymi oraz udziałem w imprezach otwartych takich jak Festiwal Nauki. Istniejące materiały obejmują: prezentacje komputerowe (ppt i pdf), zdjęcia stanowisk eksperymentalnych, obrazy testowe i wyniki wykonanego na nich przetwarzania, teksty informacyjne i naukowe w językach polskim i angielskim, informacje o prowadzonych badaniach i ofercie współpracy - w formie karty w formacie A4 oraz postery konferencyjne w dużych formatach w językach polskim i angielskim. W przygotowaniu jest strona internetowa prezentująca osiągnięte wyniki naukowe.

4. Potencjalnych rozmówcy (autorytety w dziedzinie), wywiady z którymi pozwolą podnieść jakość rozwiązania.

W ramach planowanych przedsięwzięć wdrożeniowych nawiązano współpracę z firmą Qumak S.A z siedzibą w Warszawie, Aleje Jerozolimskie 136 w Warszawie. W imieniu partnera występuje p. mgr Damian Król, pełniący funkcję Dyrektora ds. Badań i Rozwoju Produktów tel. 022 440 47 54 lub kom. 603 944 064, email: damian.krol@qumak.pl

5. Kierunki potencjalnego zastosowania projektu.

Obok już wcześniej wspomnianych kierunków związanych z monitoringiem wizyjnym, zwłaszcza miejsc i obiektów szczególnie chronionych oraz zastosowań w sterowaniu ruchem drogowym należy wskazać możliwość zastosowania w systemach wizyjnych używanych w pojazdach, a w przyszłości w pojazdach autonomicznych oraz innych środkach lokomocji, robotyce, inżynierii biomedycznej (np. nadzór wizyjny pacjenta), zastosowaniach militarnych i kosmicznych. Można wyobrazić sobie, że potencjalne zastosowania obejmują szeroką klasę problemów, w których wymagane jest bardzo szybkie przetwarzanie, analiza i rozpoznawanie obrazów.

6. Opis silnych i słabych strony projektu.

Silne strony projektu:

- * Tematyka architektur i systemów wizyjnych FPGA obecna jest w badaniach AGH od roku 1992. Dzięki temu udało się zgromadzić duży zasób doświadczenia i być jednym z wiodących ośrodków w Europie i rozpoznawalnym na świecie w tej dziedzinie.
- * W ostatnim okresie opracowano szereg modułów realizujących operacje na obrazach, opisanych w kodach języków opisu sprzętu, które mogą być wykorzystane do możliwie szybkiego budowania docelowych aplikacji.
- * Zgromadzono odpowiedni zestaw aparatury naukowej niezbędny do prowadzenia eksperymentów.
- * We wcześniejszych badaniach wykonano kilka demonstratorów technologii, które praktycznie ilustrują osiągnięte rezultaty.

Słabe strony projektu:

- * Uzyskanie wyników w technologii FPGA uwarunkowane jest większym nakładem pracy niż w implementacja w procesorach ogólnego przeznaczenia.
- * Rozwiązania FPGA cieszą się małą popularnością w Polsce, ze względu na ograniczone grono dotychczasowych użytkowników w przemyśle. Wiedza na temat walorów i możliwości układów FPGA jest bardzo niewielka.

7. Wskazania czynników ryzyka.

Proponowany do finansowania zakres prac, nie wiąże się z żadnym ryzykiem. Przy podjęciu działań na rzecz komercjalizacji zaproponowanego rozwiązania czynniki ryzyka mogą być związane z ryzykiem ekonomicznym, związanym z ewentualnym powodzeniem przedsięwzięcia rynkowego.

Literatura

Gabiger-Rose, A; Kube, M.; Weigel, R.; Rose, R., "An FPGA-Based Fully Synchronized Design of a Bilateral Filter for Real-Time Image Denoising," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol.61, no.8, pp.4093,4104, Aug. 2014, doi: 10.1109/TIE.2013.2284133.

Genovese, M.; Napoli, E., "ASIC and FPGA Implementation of the Gaussian Mixture Model Algorithm for Real-Time Segmentation of High Definition Video," *Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, IEEE Transactions on*, vol.22, no.3, pp.537,547, March 2014, doi: 10.1109/TVLSI.2013.2249295.

Gorgoń M. Układy FPGA w rekonfigurowalnych systemach wizyjnych czasu rzeczywistego, ISBN 978-83-7837-035-2, Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2013.

Jiang, J.; Li, X.; Zhang, G., "SIFT Hardware Implementation for Real-Time Image Feature Extraction," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on*, vol.24, no.7, pp.1209,1220, July 2014, doi: 10.1109/TCSVT.2014.2302535.

Jianhui Wang; Sheng Zhong; Luxin Yan; Zhiguo Cao, "An Embedded System-on-Chip Architecture for Real-time Visual Detection and Matching," *Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on*, vol.24, no.3, pp.525,538, March 2014, doi: 10.1109/TCSVT.2013.2280040.

Komorkiewicz M, Kryjak T, Gorgon M. Efficient Hardware Implementation of the Horn-Schunck Algorithm for High-Resolution Real-Time Dense Optical Flow Sensor, *Sensors*, 2014; 14(2):2860-2891.

Potluri, U.S.; Madanayake, A; Cintra, R.J.; Bayer, F.M.; Kulasekera, S.; Edirisuriya, A, "Improved 8-Point Approximate DCT for Image and Video Compression Requiring Only 14 Additions," *Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions on*, vol.61, no.6, pp. 1727,1740, June 2014, doi: 10.1109/TCSI.2013.2295022.

Xin Tan, Yu Liu, Chenglin Zuo, Maojun Zhang, A real-time video denoising algorithm with FPGA implementation for Poisson-Gaussian noise, *J. Real-Time Image Proc.*, on-line February 2014, DOI 10.1007/s11554-014-0405-2.

Youngsub Ko, Youngmin Yi, Soonhoi Ha, An efficient parallelization technique for x264 encoder on heterogeneous platforms consisting of CPUs and GPUs March 2014, Volume 9, Issue 1, pp 5-18.