

## Ćwiczenie S2

### Detekcja ruchu

---

#### Cele laboratorium:

- a) Zapoznanie się z metodami detekcji ruchu w sekwencji video.

---

#### Przygotowanie

---

W katalogu wskazanym przez prowadzącego utwórz podkatalog, w którym będą zapisywane wszystkie dane podczas ćwiczenia. Nazwa katalogu powinna zawierać: **<nr ćwiczenia>\_<data>\_<nazwisko1>\_<nazwisko2>**

Zapisz i rozpakuj pliki ćwiczenia (pobrane z MOODLE) do utworzonego katalogu.

Po skończonych zajęciach pamiętaj o usunięciu danych z dysku.

---

#### Informacje teoretyczne

---

Detekcja ruchu jest jednym z podstawowych i fundamentalnych części systemu wizyjnego. Przykładowe zastosowania śledzenia ruchu, to m. in. śledzenie ruchu na lotniskach pod kątem podejrzanych osób, śledzenie ruchu samochodów, a w następstwie ich zliczanie, a także śledzenie ruchów mięśnia sercowego w celu określenia odkształceń i prędkości odkształceń poszczególnych segmentów.

W tym celu opracowano różnorakie metody, włączając w to estymator SAD [1], modele aktywnego konturu [2, 3, 4], filtr cząsteczkowy [6], przepływ optyczny [7, 8], podejścia oparte o technikę MRF (ang. Markov Random Field) [9], czy też obrazy historii ruchu MHI, lub energii ruchu MEI.

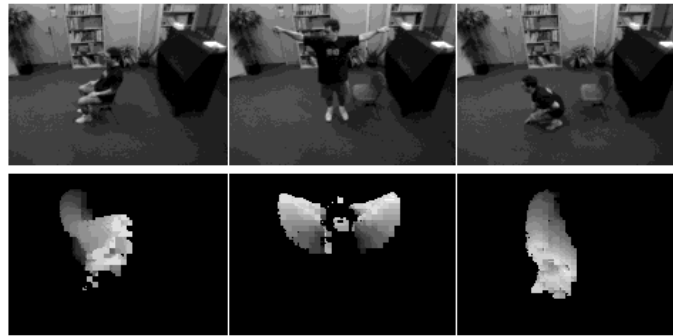
Stosowane podejście do detekcji ruchu jest uzależnione przeważnie od rozważanego problemu, przesłanek technicznych/medycznych oraz charakteru analizowanego obrazu.

W ćwiczeniu będą użyte następujące metody:

- SAD – „sum of absolute differences” (suma wartości bezwzględnych z różnicy pikseli dwóch kolejnych ramek sekwencji video)

$$d_{\tau}(I_t, I_{t-1}) = \sum_{x,y} |I_t - I_{t-1}|$$

- MHI – Motion History Image  
Metoda MHI służy do reprezentacji ruchu obiektów w sekwencji wideo. Odpowiada na pytanie w jaki sposób następuje ruch na obrazie. Periodycznie aktualizowany monochromatyczny obraz MHI jest funkcją historii ruchu, w której można wyróżnić jasne i ciemne punkty. Miejsca w których wartość luminancji jest najjaśniejsza korespondują z niedawnym ruchem – na przestrzeni ostatnich klatek sekwencji. Punkty, które są nieco ciemniejsze oznaczają ruch, który miał miejsce już jakiś czas, zaś punkty czarne oznaczają brak ruchu.



Porównanie pochodzi ze strony <http://www.cse.ohio-state.edu/~jwdavis/CVL/Research/MHI/mhi.html>

$I(x, y, t)$  – sekwencja klatek,

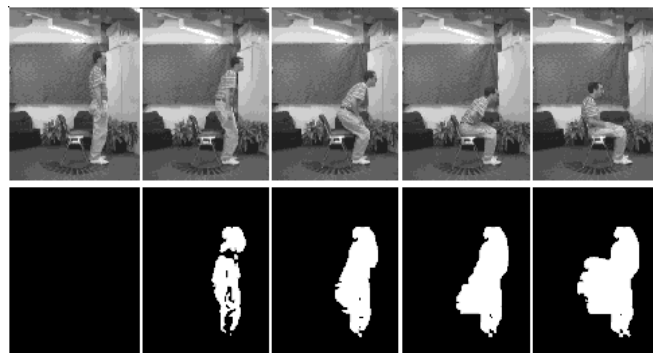
$D(x, y, t)$  – sekwencja binarnych klatek wskazująca regionu, w których wystąpił ruch,

$\tau$  – ilość analizowanych klatek wstecz

$$H_{\tau}(x, y, t) = \begin{cases} \tau & \text{dla } D(x, y, t) = 1 \\ \max(0, H_{\tau}(x, y, t - 1) - 1) & \text{dla } D(x, y, t) \neq 1 \end{cases}$$

- MEI – Motion Energy Image

Metoda MEI wizualizuje na obrazie binarnym miejsca, gdzie wystąpił ruch.



Porównanie pochodzi ze strony <http://www.cse.ohio-state.edu/~jwdavis/CVL/Research/MHI/mhi.html>

$$E_{\tau}(x, y, t) = \bigcup_{i=0}^{\tau-1} D(x, y, t - \tau)$$

Gdzie szukać dodatkowych informacji:







- Internet – słowa kluczowe: motion detection
- System pomocy środowiska MATLAB I modułu Image Processing Toolbox oraz Computer Vision System Toolbox
- [1] Vassiliadis S., Hakkennes E. A., Wong J. S. S. M., Pechanek, G.G., The sum-absolute-difference motion estimation accelerator, Proceedings 24th Euromicro Conference, pp. 559-566, volume 2, 2008
- [2] Acton S. T., Ray N., Biomedical image analysis: tracking, Morgan & Claypool Publishers, 2006
- [3] Castaud M., Barlaud M. Aubert G., Tracking video objects using active contours, Proceedings. Workshop on Motion and Video Computing, pp. 90-95, 2002

- [4] Bing, X, Wei Y., Charoensak C., Face contour tracking in video using active contour model, pp. 1021-1024, volume 2, International Conference on Image Processing, 2004
- [5] Fleet D. J., Weiss Y., Optical Flow Estimation, In Paragios et al.. Handbook of Mathematical Models in Computer Vision, Springer, 2006
- [6] Ghaemina M. H., Shabani A. H., Shokouhi S. B., Adaptive Motion Model for Human Tracking Using Particle Filter, 20th International Conference on Pattern Recognition, pp. 2073-2076, 2010
- [7] Horn B. K. P., Brian G. Schunk B. G., Determining Optical Flow, Artificial Intelligence, 185-203, volume 17, 1981
- [8] Barron J. L., Beauchemin S. S., The Computation of Optical-Flow, ACM Computing Surveys, pp. 433-466, volume 27(13), 1995
- [9] Rouchouze B., Mathieu P., Gaidon, T., Barlaud M., Motion estimation based on Markov random fields, IEEE International Conference on Image Processing, pp. 270-274, volume 3, 1999

---

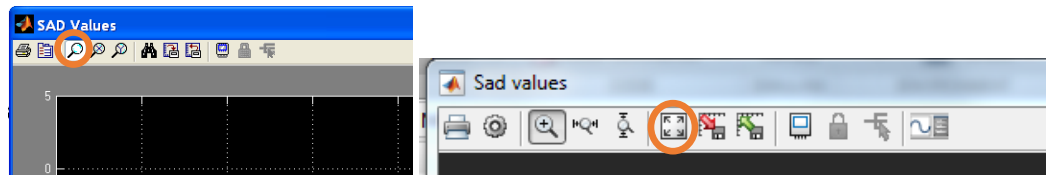
*Część I – Detekcja ruchu - SAD*

---

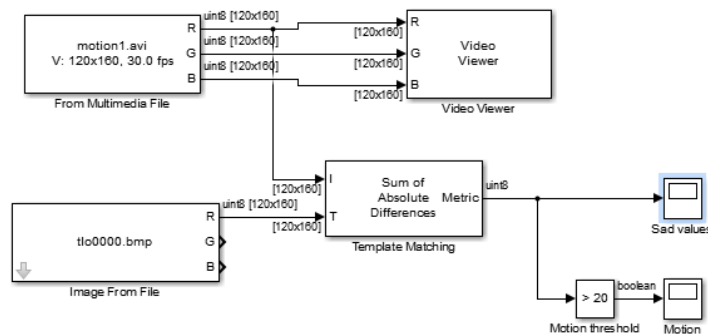
- a) Uruchom program MATLAB (system Linux)
- b) Uruchom pakiet Simulink – ikona  lub  otworzy się *Simulink Library Browser*.
- c) Utwórz nowy model Simulinka  lub .
- d) Ustaw parametry symulacji – solver stałoprzecinkowy, dyskretny:  
*Simulation>Configuration Parameters (lub Simulation>Model Configuration Parameters>Solver):*
  - *Simulation Time>Stop Time: inf*
  - *Solver Options>Type: Fixed Step*
  - *Solver Options>Solver: Discrete (no continuous states)*
- e) Zapisz model do pliku
- f) Odszukaj w *Simulink Library Browser* bibliotekę bloków Video and Image Processing Blockset (lub Computer Vision System Toolbox), otwórz ją i przeciągnij do modelu następujące bloki.
  - *Sources>From Multimedia File*
  - *Sinks>Video Viewer*
- g) Ustaw parametry bloku *From Multimedia File* (dwukrotne kliknięcie):
  - *Input File Name* – wskaż nagraną sekwencję filmową (*motion1.avi*).
  - *Output: Video Only*
  - *Inherit sample times from file*
  - *Number of times to play file: inf*
  - *Image signal: separate color signals*
  - *Zakładka DataTypes > Video Output Data Type = UINT8 (ponieważ każda składowa jest kodowana na 8 bitach)*
- h) Ustaw parametry bloku *Video Viewer* (dwukrotne kliknięcie):
  - *File > Image Signal : separate color signals*
- i) Ustaw parametry wizualizacji dla sygnałów tak aby w modelu wyświetlane były dane dotyczące typów danych oraz rozmiaru dla sygnałów.
  - *Display>Signals & Ports>Signal Dimensions (zaznaczyć)*
  - *Display>Signals & Ports>Port data types (zaznaczyć)*
- j) Połącz bloki ze sobą oraz uruchom symulację  aby sprawdzić czy skonfigurowany jest prawidłowo.
- k) Zatrzymaj symulację  i dodaj następujące bloki:
  - *Sources>Image From File (ustaw parametry bloku aby wczytywał przygotowany obraz tła – tlo0000.bmp oraz ustaw Image signal: separate color signals)*
  - *Analysis and Enhancement>SAD (lub Template Matching) (ustaw parametry bloku SAD: Match Metric: Sum of Absolute Differences; Output>SAD Values lub Metric Matrix)*
  - *Simulink>Sinks>Scope (nazwij blok "Sad values")*
  - *Simulink>Logic and Bit Operations>Compare to Constant (nazwij blok "Motion Treshold" i ustaw jego parametry na: operator > , constant value = 20)*

- *Simulink>Sinks>Scope (nazwij blok "Motion")*

Uwaga: Blok Scope posiada możliwość automatycznego dostosowania wyświetlanego zakresu – zoom



l) Połącz bloki następująco:

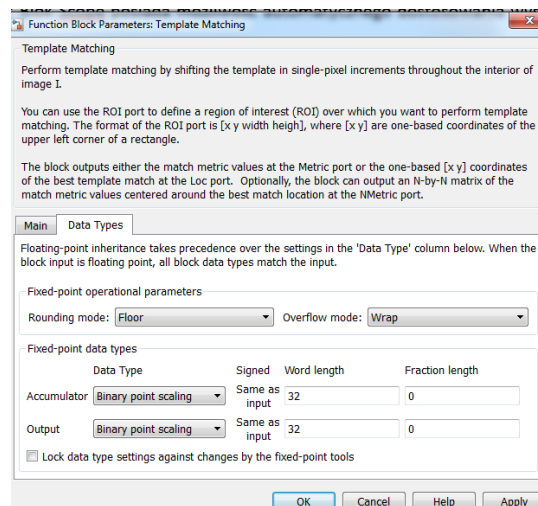


m) Dowiedz się więcej operacji SAD z dokumentacji wpisując w linii komend Matlaba:

```
>> doc sad (lub doc 'template matching')
```

n) Ustaw parametry typu danych wyjściowych bloku SAD/ Template Matching (dwukrotne kliknięcie):

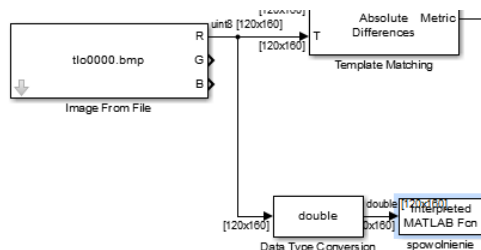
- *Panel Datatypes> FixedPoint data types: Accumulator=Binary point scaling, Word length=32, Fraction length=0*
- *Panel Datatypes> FixedPoint data types: >Output=Binary point scaling, Word length=32, Fraction length=0*



o) W przypadku gdy symulacja działa za szybko należy dodać do schematu bloki:

- *Simulink>User Defined Functions> Interpreted MATLAB function i skonfigurować go następująco:*
  - *MATLAB function: pause(0.5)*
  - *Output Dimensions: 0*

- *Simulink > Signal Attributes > Data type Conversion i skonfigurować Output Data Type = double*  
A następnie połączyć bloki następująco:

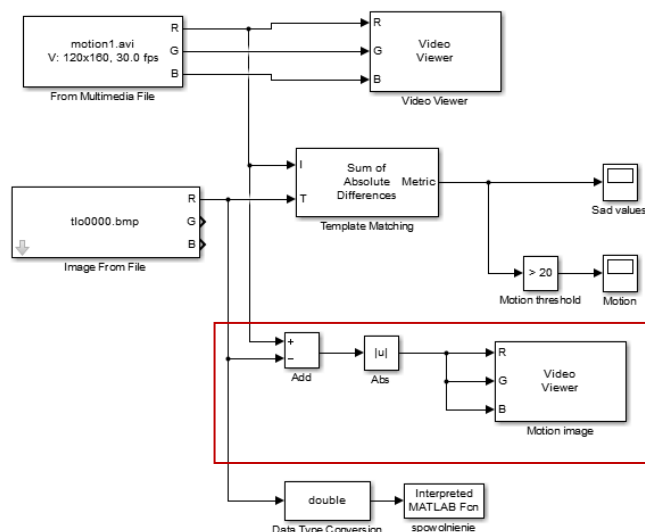


- p) Dobierz tak próg detekcji ruchu (wartość "Motion Threshold") aby uzyskać sygnał ruchu („Motion”) tylko w momentach gdy na sekwencji filmowej występuje ruch. W tym celu wykorzystaj rezultaty wyświetlane w blokach Scope.

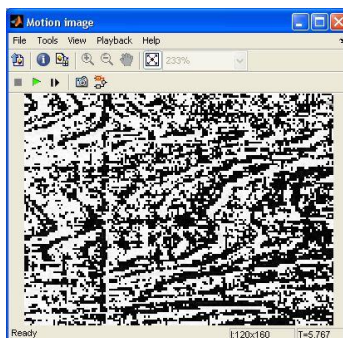
*Uwaga: zwróć uwagę w jakim zakresie są wyświetlane dane w blokach scope!*

- q) Zastanów się jakie dodatkowe operacje na obrazach należy przeprowadzić aby zwiększyć skuteczność detekcji ruchu, jednocześnie uniezależniając się od zakłóceń.
- r) Uzupełnij schemat o następujące bloki realizujące elementy operacji SAD:
- *Simulink>MathOperations>Add*
  - *Simulink>MathOperations>Abs*
  - *Computer Vision System Toolbox>Sinks>Video Viewer*

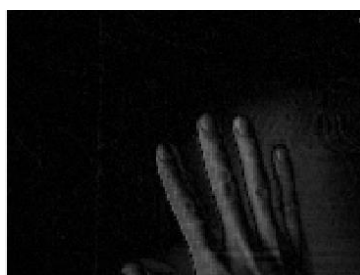
I połącz je następująco:



- s) Zwróć uwagę na otrzymany w ten sposób obraz różnicowy. Otrzymany rezultat (jak na rysunku poniżej), jest nieprawidłowy ponieważ parametry dla bloku odejmowania nie zostały ustawione właściwie (występują efekty przepełnienia dla typu danych UINT8 - liczby całkowitoliczbowe 8-bitowe).

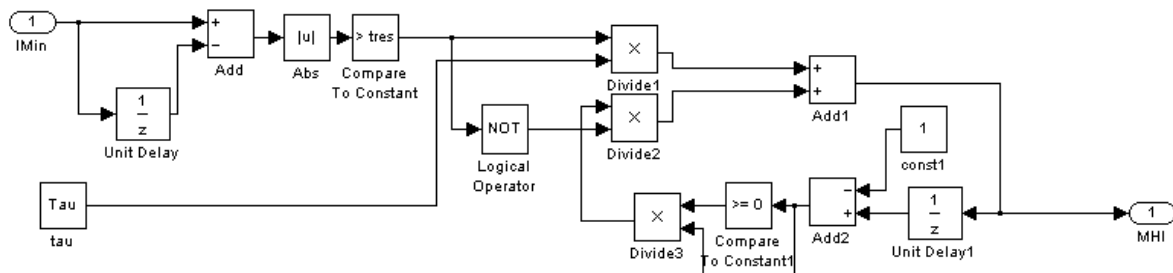


- t) Zastanów się jak należy zmienić typy danych (bloki *Add* i *Abs*) aby obliczenia były realizowane prawidłowo i umieść rozwiązanie w raporcie. Wynik powinien wyglądać podobnie jak na rysunku poniżej.



## Część II – Detekcja ruchu - MHI

- a) Dodaj do schematu z poprzedniego ćwiczenia, blok realizujący metodę MHI (plik *MHIblock.slx*). Otwórz podsystem (prawy klawisz na bloku *Mask>Look under Mask*) i zapoznaj się z implementacją algorytmu



- b) Podłącz do wejścia bloku *MHI* sygnał *R*, a wyjście do nowego bloku wizualizacji (*Video Viewer*). Uruchom symulację i zaobserwuj rezultaty. Wskazówki:
- Blok *Video Viewer* należy skonfigurować tak aby wizualizacja obrazu *MHI* była czytelna. Można to osiągnąć ustawiając odpowiednią mapę kolorów oraz jej zakres:
    - Tools>Colormap>Colormap = jet(x)* gdzie *x* – liczba odpowiadająca parametrowi *Tau* w bloku *MHI*
    - Tools>Colormap>min = 0, max = x*

*Uwaga – w przypadku gdy w bloku VideoViewer nie można ustawić zakresu (np.0-6) należy użyć bloku MHI\_Viewer z modelu MHIblock\_withviewer.slx*
- c) Dobierz parametry w bloku *MHI* (*Tau* oraz *Motion Threshold*) tak aby uzyskać jak najmniej zakłóceń oraz jak najlepszą detekcję ruchu (wykrycie poruszającego się obiektu). Wnioski zanotuj w raporcie.



## Raport z ćwiczenia nr S2

Data:
Imię i nazwisko:
Imię i nazwisko:

<u>Rezultaty</u> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ (cz.I): Zamieść wykres „sad values”(bloczek <i>scope</i> podłączony do wyjścia bloku SAD) dla analizowanej sekwencji video. Zamieść również odpowiadający mu wykres <i>Motion</i>. Zamieść przykładowy otrzymany obraz różnicowy (<i>motion image</i>) będący efektem działania bloków Add oraz Abs.</li><li>▪ (cz.II): Zanotuj jakie parametry bloku MHI zostały wybrane w trakcie ćwiczenia. Zamieść przykładowy obraz.</li></ul>
<u>Analiza i wnioski</u> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ (cz.I) Wyjaśnij jak należy ustawić parametry dla bloków Add oraz Abs (realizujących operację SAD) aby uniezależnić się od efektów przepełnienia?</li><li>▪ Jakiek dodatkowe operacje na obrazach należy przeprowadzić, aby zwiększyć skuteczność detekcji ruchu, jednocześnie uniezależniając się od zakłóceń?</li><li>▪ (cz.II). Na co wpływa zwiększanie parametru Tau, a na co Motion Threshold?</li></ul>
<u>Pytania</u> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Wyjaśnij na czym polega operacja SAD.</li><li>▪ Znajdź w literaturze inną metodę detekcji ruchu i krótko opisz jej działanie</li></ul>