

문제 1: 고속 움직임 추정 알고리즘의 병렬화

(학부: 30 점, 대학원: 20 점)

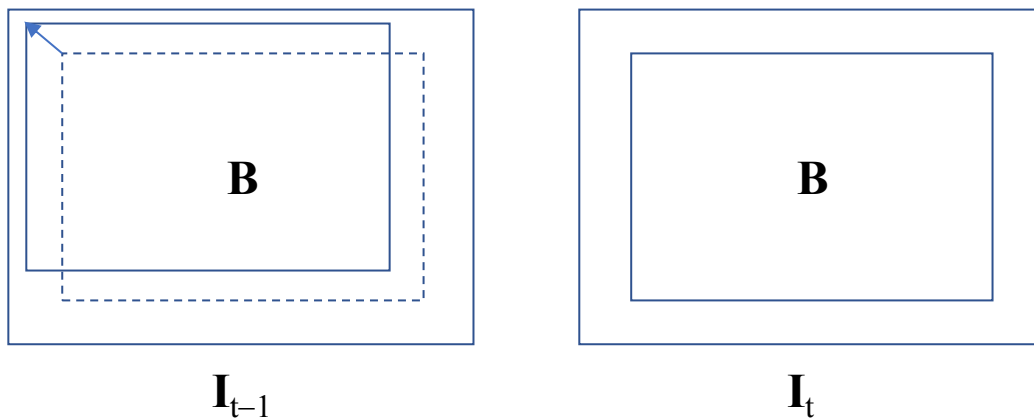
문제 개요

동영상에서 인접한 영상사이의 움직임의 예측은 영상처리에서 자주 사용되는 알고리즘 중 하나이다. 블록 매칭 기법 (block matching algorithm)은 다양한 움직임 추정 알고리즘 중에서 즐겨 사용되는 알고리즘으로 블록단위로 유사도를 정의하고 이에 따라 움직임을 예측한다.

구체적으로 두 장의 영상이 입력으로 들어올 때, x축과 y축의 움직임 크기 (d_x, d_y)는 아래의 알고리즘을 통해서 예측된다.

$$(d_x, d_y) = \arg \min_{(x,y) \in S} SAD(x, y)$$
$$SAD(x, y) = \sum_{(i,j) \in B} |I_{t-1}(i+x, j+y) - I_t(i, j)|$$

여기서 $SAD(x,y)$ 는 두 영상사이의 움직임을 (x,y) 이라고 할 때, cost function으로 이해할 수 있다. 탐색 영역 s 에서 $SAD(x,y)$ 를 최소화하는 위치를 최종 움직임으로 정의한다. Cost function인 SAD에서 $I_t(i, j)$ 는 t 번째 영상에서 (i, j) 번째 pixel의 intensity 값을 의미한다. B 는 아래의 그림과 같이 매칭을 수행할 블록의 영역으로 정의된다.



문제 설명

본 문제에서는 전역탐색기법의 연산량을 줄이기 위하여 다음과 같이 Projection 기반의 블록 매칭 알고리즘의 병렬화 문제를 다룬다.

식 정의

$$P_t^X(i, d) = \sum_{j=L}^{N-1-L} I_t(i, j+d) \quad 0 \leq i < M$$
$$P_t^Y(j, d) = \sum_{i=L}^{M-1-L} I_t(i+d, j) \quad 0 \leq j < N$$

1단계: x축 방향의 움직임 추정

아래 SAD(x)가 최소화되는 위치를 d_x^{temp} 로 정의

$$SAD(x) = \sum_{i=L}^{M-1-L} |P_i^X(i, 0) - P_{i-1}^X(i+x, 0)|$$

x의 범위는 $-L \leq x \leq L$

2단계: y축 방향의 움직임 추정

아래 SAD(y)가 최소화되는 위치를 d_y 로 정의

$$SAD(y) = \sum_{i=L}^{M-1-L} |P_i^Y(i, d_x^{temp}) - P_{i-1}^Y(i+y, 0)|$$

y의 범위는 $-L \leq y \leq L$

3단계: x축 방향의 움직임 추정결과 보정

아래 SAD(x)가 최소화되는 위치를 d_x 로 정의

$$SAD(x) = \sum_{i=L}^{M-1-L} |P_i^X(i, d_y) - P_{i-1}^X(i+x, 0)|$$

x의 범위는 $-L \leq x \leq L$

입력 영상은 100장의 영상이 주어져지며, (0,1), (1,2), (2,3),(98,99)영상 사이의 움직임 추정을 수행하여 각각의 (d_x, d_y) 를 계산한다.

참고 및 유의 사항

1. 주어진 순차코드는 위의 1-3단계를 순차적으로 구현한 코드이다. 제시된 알고리즘의 실행 flow 를 변경하는 것은 불가능하며, 병렬화를 위한 추가적인 구현과 이에 따르는 코드의 수정만 가능하다.
2. 주어진 알고리즘 외의 다른 알고리즘을 사용하거나 다른 공개코드를 사용하는 행위는 일체 금지한다.
3. DataProjectionH_C, DataProjectionV_C, SAD_C, LineMotionEstimation 함수는 수정할 수 없으며, Main, MotionEstimation은 수정이 가능하다.
4. 시간측정은 MotionEstimation에 대해서만 수행한다. 순차코드의 MotionEstimation에 포함되어 있는 내용을 함수 밖으로 이동하는 것은 허용되지 않으며, MotionEstimation의 원래 코드 flow를 반드시 유지해야 한다.
5. SIMD나 어셈블리 레벨의 최적화는 허용하지 않으며 모두 일반 C/Fortran코드로 작성되어야 한다.
6. 순차코드보다 느린 경우 0점으로 간주한다.
7. 주어진 result.ref 파일에 기재된 값과 결과로 얻는 값이 일치해야 한다. (정수형)