

H.264의 움직임추정에서 2차원 데이터재사용으로 메모리대역폭을 개선하기 위한 4방향 검색윈도우

이경호, 이승권, *공진홍
 광운대학교 컴퓨터공학과
 e-mail : tyvex@kw.ac.kr, esng@kw.ac.kr, kongjh@kw.ac.kr

A new 4-way search window for improve memory bandwidth
 by 2-D data reuse for ME in H.264

Kyung-Ho Lee, Seng-Kwon Lee, *Jin-Hyeung Kong
 Dept. of Computer Engineering
 Kwangwoon University

Abstract

In this paper, a new 4-way search window is developed for H.264 Motion Estimation(ME) to improve the memory bandwidth. The proposed 4-way(up, down, left, right) search window could improve the reuse of overlapped window data to reduce the redundancy access factor by 1.4, though the 1/3-way search window requires 7.7~11 times of data retrieval redundantly. In experiments, the new implementation of 4-way search window on Altera Stratix-III could deal with CIF(352×288) video of 3 reference frame, 48×48 search area and 16×16 macroblock by 30fps real time at 55.2MHz.

I. 서론

H.264 움직임 추정(ME)은 영상간의 시간적 중복성을 제거하기 위해 블록매칭 방법을 적용한다. 이런 ME의 블록매칭은 고화질을 위한 Full-search 기반의 ME에 대하여 고속의 블록매칭 연산은 단순하고 규칙적인 Processing Element(PE)의 2D 병렬화를 통한 해결의 가능성을 보인다. 그러나 블록 매칭을 위해 동일한 데이터를 중복검색하게 되는데 이것은 높은 대역폭을 요구한다[1]. 따라서 최근 광대역폭을 감소시키기 위하여 중복적인 부분을 제거하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다[2][3].

1-방향 검색윈도우 연구는 래스터(raster) 방식으로 검색진행 방향의 인접한 블록간 참조 데이터를 재사용하여 91% 메모리대역폭을 감소시켰다[2]. 스캔경로가 바뀔 때마다 발생하는 초기 지연시간 및 데이터 재사용 문제를 개선하기 위하여 3-방향 검색윈도우가 제안되어 1-방향 검색윈도우에 비하여 30% 정도 개선되었다[3].

본 연구에서는 인접한 스캔경로간에 데이터 재사용이 가능한 2차원적인 검색윈도우를 설계하였다. 이를 위하여 스캔 경로 중간에서의 검색윈도우의 진행방향의 상/하 이동뿐만 아니라, 인접한 스캔경로에 대한 좌/우 이동이 가능하게 하는 4-방향 이동을 제안하였다.

II. 재사용개선 4방향 검색윈도우

본 연구에서는 스캔경로의 시작과 끝부분의 데이터 재사용뿐만 아니라, 스캔경로의 중간부분에서 인접한 스캔경로와 중복되는 검색윈도우의 데이터를 재사용할 수 있는 4-방향 검색윈도우를 그림1과 같이 제안한다.

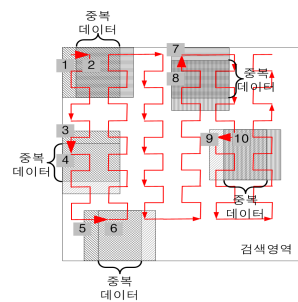


그림 1. 검색영역에서의 4방향 검색윈도우

4방향 검색윈도우는 2차원적 데이터 재사용을 위해 인접한 한 개 이상의 인접 스캔경로에 대한 데이터 재사용이 가능하도록 설계되어 있다. 인접 스캔경로의 범위(ASR : Adjacent Scan-path Range ≥ 1)는 검색영역(SR : Search Range)을 ASR로 나누어서 2차원 스캔 경로수를 산출할 수 있다. 그림 2는 M=48, N=16에 대해서 ASR을 증가시키며 대역폭 감소와 내부저장 레지스터 용량의 증가를 보인다.

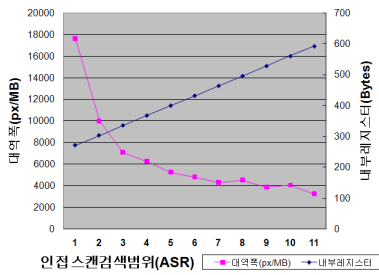


그림 2 ASR에 따른 대역폭과 내부레지스터

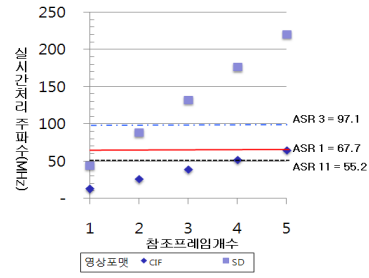


그림 4. ASR에 따른 실시간 처리성능 비교

III. 2D PE 4-방향 검색윈도우 설계

4방향 검색윈도우를 위한 고속 H.264 움직임추정의 2D PE는 그림 3과 같이 입력 레지스터, pe 어레이 그리고 재사용 어레이로 구성된다. 현재 데이터와 참조 데이터를 ① 및 ② 버스로 입력받아 절대차분에 대한 결과를 출력한다. pe어레이에 인접한 (ASR-1)×N개의 참조 데이터는 수평재사용 어레이에 저장되고 ③ 버스를 통해 수평재사용이 이뤄진다. 방향전환 어레이는 수평방향으로 pe어레이에 인접한 ASR×N개의 검색윈도우의 참조 데이터를 스캔 진행방향의 끝 지점에서 ④ 버스를 통해 N개씩 방향전환재사용이 된다.

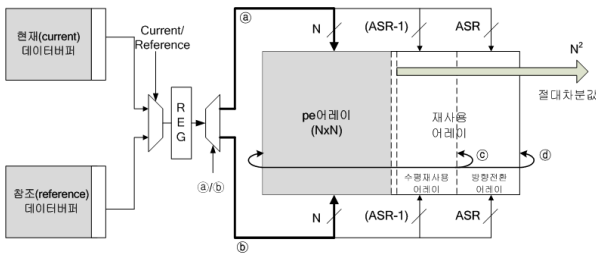


그림 3. 2D PE 구조 및 데이터패스

IV. 실험 및 고찰

2D PE 4-방향 검색윈도우 성능검증을 위해 SD, CIF영상포맷에 대해 실시간처리 주파수(표1)와 ASR에 따른 동작주파수를 비교하였다(그림4). 가장 좋은 성능을 보이는 검색윈도우 ASR 3으로 SD영상에 대해 참조프레임 2장을 실시간 처리가능하다. ASR 1은 외부 데이터버퍼 접근이 잦기 때문에 ASR 3에 비해 데이터 처리성능이 저하된다. ASR 11은 재사용을 위한 레지스터간의 데이터이동 때문에 지연시간이 증가한다. 즉, ASR이 증가할수록 외부 데이터버퍼 접근은 감소하나 추가된 재사용 레지스터로 인해 지연시간이 발생한다.

표 1. ASR에 따른 검색윈도우 동작주파수

처리성능(지연시간)		ASR		
		1	3	11
구현	경로진행시	14.77	10.3	18.11
	경로전환시	13.98	9.6	14.3

V. 결론

본 연구에서는 고속 H.264 움직임추정의 메모리 대역폭을 개선하고자 하였다. 새로운 2차원 스캔 검색윈도우를 제안하여 참조데이터 재사용률을 높이고 검색의 중복성을 감소시키는 4방향 검색 방법을 설계 및 구현하였다. 4방향 검색윈도우는 검색영역 48×48, 매크로블록 16×16의 조건에서 검색횟수를 17,664번에서 3,264번으로 기존의 3방향 검색 윈도우 대비 약 81%까지의 메모리대역폭 감소를 보였다. 외부 데이터버퍼 접근을 감소시킨 4방향 검색윈도우는 Altera Stratix-III FPGA로 구현되어 CIF(참조프레임=3)을 55.2MHz에서 30fps로 실시간 처리할 수 있음을 확인하였다.

Acknowledge

“본 논문은 지식경제부 출연금으로 ETRI, SoC산업진흥센터에서 수행한 IT SoC 핵심설계인력양성사업의 연구결과이며 2008년도 「서울시 산학연 협력사업」의 「나노IP/SoC설계기술혁신사업단」과 반도체설계교육센터(IDEC)의 지원으로 이루어졌습니다.”

참고문헌

- [1] Minho Kim, Ingu Hwang, Soo-Ik Chae, "A Fast VLSI Architecture for Full-Search Variable Block Size Motion Estimation in MPEG-4 AVC/H.264", IEEE, Design Automation Conference, 2005 Proceedings of the ASP-DAC 2005 Asia and South Pacific, vol 1, pp. 631-634, Jan. 2005.
- [2] Swee Yeow Yap, John V. McCanny, "A VLSI Architecture for Variable Block Size Video Motion Estimation", IEEE, Circuits and Systems II: Express Briefs, IEEE Transactions, vol 51, pp. 384-389, July 2004.
- [3] Ching-Yeh Chen, Shao-Yi Chien, Yu-Wen Huang, Tung-Chien Chen, Tu-Chih Wang, Liang-Gee Chen, "Analysis and Architecture Design of Variable Block-Size motion Estimation for H.264/AVC", IEEE, Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions, vol 53, pp. 578-593, March 2006.