

protocol)가 연결되어 있다. 또한 DSP에 COFF파일을 다운로드할 수 있는 Web-loader를 구현하였다. 이 프로그램은 원하는 DSP에 선택적으로 다운로드할 수 있도록 구성되어 있으며, 웹 카메라를 장착한 무인 영상 감시장비에 적용하면 네트워크를 통해 원격거리에서도 영상을 확인할 수 있다. 이처럼 구현된 다중 DSP 보드는 네트워크 분야에 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

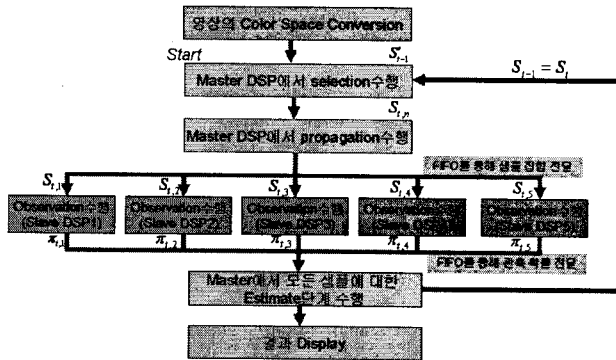
2.2 다중 DSP 기반의 물체 추적 시스템

본 논문에서는 제작된 다중 DSP 보드 기반으로 물체 추적 시스템을 구현하였다. 물체 추적 기법에는 배경 클러터가 존재하는 환경에서도 강인하게 추적하는 컬러 기반의 PF 기법을 채택하였다. PF 기법은 가중치가 부여된 샘플 집합으로 확률 분포를 근사화하는 기법이다. PF 기법은 총 4단계(Selection, Propagation, Observation, Estimation)로 이루어져 있다. Selection 단계에서 가중치에 비례하는 확률로 새로운 샘플 집합을 선택하게 되는데 이 때 이진 탐색 방법을 이용하여 관측 확률로부터 N개의 샘플을 선택하게 된다. Propagation 단계에서는 Dynamics에 따른 이동 방향을 추정하고 추정된 위치에서 Random 모션을 추가하게 된다. Observation 단계에서 관측 확률을 측정 후 그에 따른 가중치가 부여된다. 마지막 단계인 Estimation 단계에서는 샘플 집합의 좌표와 가중치를 곱하여 새로운 좌표를 구하게 된다. 이러한 PF 기법은 샘플수와 영상 사이즈에 의해서 계산량이 정해지는데, 샘플수를 증가하거나 영상 사이즈를 확대하면 정확도가 향상되지만, 계산량의 증가로 실시간 처리가 어렵다는 단점을 가지고 있다. PF 기법의 각 단계에 대한 계산량을 분석하기 위해서 DSP CSL(Chip Support Library)의 TIMER_getCount 함수를 이용하여 clock수를 측정하였다.

〈표 1〉 샘플 수에 따른 PF 알고리즘의 계산량 비교

단계	샘플수	10	20	30
Selection		3,538	6,768	9,671
Propagation		90,589	180,265	269,860
Observation		5,226,404	10,640,828	16,060,448
Estimation		964	1,528	2,125

위의 표1에서 보는 바와 같이 샘플수가 증가함에 따라 Observation 단계에서 가장 많은 계산량의 증가가 있다는 것을 알 수 있다. 이에 따라 본 논문의 병렬화 알고리즘에서는 계산량이 가장 많은 Observation 부분을 슬레이브 DSP에 분산시켜 계산량을 크게 감소시켰다.



〈그림 3〉 다중 DSP 기반의 PF 알고리즘의 병렬화 구성도

위 그림 3은 본 논문에서 제안하는 병렬화된 PF 알고리즘의 구성도이다. 입력된 영상 데이터는 Color Space Conversion을 통하여 YUV 색상에서 RGB 색상으로 변환된 후 마스터 DSP에서 PF의 Selection과 Propagation이 차례로 실행된다. 다음 단계는 가장 많은 계산량이 요구되는 Observation이므로 이를 효율적으로 수행하기 위해 샘플 집합을 5개로 분할하여 각 슬레이브 DSP에 전달한 후 각각의 샘플 집합에 대한 가중치를 구하게 된다. 각 슬레이브 DSP에서는 구해진 가중치를 다시 FIFO를 통해서 마스터 DSP로 전달하고, 마스터 DSP에서는 전달 받은 각 샘플에 대한 가중치를 종합하여 Estimation 단계를 수행하는 과정이 이루어진다.

제작된 다중 DSP 보드(그림 2) 기반에서 물체 추적 시스템의 최적 병렬화 알고리즘(그림 3)을 구현함으로써 실시간 대용량 데이터 처리가 가능하다는 것을 확인할 수 있었다.

2.3 실험결과

제안하는 얼굴추적 시스템의 성능을 분석하기 위해서 시스템을 다음과 같이 구성하였다. 영상은 DVICO사의 TVIX HD M-4100SH를 이용하여 생성하였으며 실험에 사용되는 영상은 디지털 카메라의 동영상 녹화 기능을 이용하여 획득하였다. 다중 DSP의 컴파일러는 Texas Instrument사의 CCS 3.0버전을 사용하였다.



단일 DSP (N=30)



다중 DSP (N=150)

〈그림 4〉 단일 DSP와 다중 DSP의 성능 비교

그림 4는 단일 DSP(위)와 다중 DSP(아래)의 추적 실험 결과를 비교한 것이다. 처음 2개 프레임에서는 두 시스템 모두 잘 추적하는 것을 알 수 있다. 그러나 세 번째 프레임에서는 샘플수를 30개 이용한 단일 DSP의 경우 사람의 얼굴색과 비슷한 책장에 수렴하는 것을 볼 수 있다. 반면에 샘플수를 150개 이용한 다중 DSP의 경우에는 배경 클러터인 책장에 수렴하지 않고 정확하게 추적하는 것을 알 수 있다.

3. 결 론

다중 DSP를 사용하여 고해상도의 영상 처리를 하는 분야는 성능이 우수한 하드웨어 제작과 효율적인 병렬화 설계 방식 모두를 고려해야 하는 어려움을 안고 있다. 또한 특정 알고리즘을 최적으로 병렬화하고 하드웨어 성능을 극대화하기 위해서는 프로그램의 어느 부분을 어떤 방법으로 분할해야 하는가에 대한 깊은 이해를 전제로 한다. 본 논문에서는 고해상도 영상 처리에 적합한 다중 DSP 보드를 직접 제작하였으며 보드에 적합한 병렬화 구성을 설계하였다. 또한 성능 검증을 위하여 영상 내 물체 추적 시스템인 PF를 기존 영상 사이즈(320x240)의 4배인 480p(720x480) 영상에 적용하였으며, 그 결과 단일 DSP 보드에 적용한 경우와 비교하여 정확한 물체 추적이 수행되었음을 확인하였다. 이는 매 프레임마다 제한된 시간 내에 주어진 계산량을 모두 마쳐야 하는 물체 추적 시스템의 특성 때문에 단일 DSP 보드에서는 샘플수를 30개로 제한하여 구현한 반면 다중 DSP에서는 병렬화로 150개의 샘플 사용이 가능하였기 때문이다. 이는 대용량 실시간 데이터 처리에 다중 DSP가 유용하다는 한 예를 보여주고 있으며, 병렬화 설계의 적절성에 따라 다양한 분야에서 응용될 수 있음을 입증하고 있다.

제작된 다중 DSP 보드는 여러 알고리즘에 적용할 수 있도록 유연하게 설계되었으며, 네트워크를 통한 데이터 통신도 가능하도록 구현되었다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] <http://www.vitecmm.com/productv2.php?id=32>
- [2] <http://www.mangodsp.com/default.asp?id=49&productId=30>
- [3] 강동구, 나종범, "차영상을 사용한 자동 움직인 검출 알고리즘" 제 15회 신호처리 합동학술대회 논문집, pp. 47-50, 2002.
- [4] D. Comaniciu, V. Ramesh, "Mean shift and optimal prediction for efficient object tracking," International Conference on Image Processing, pp. 70-73, 2000.
- [5] D. Comaniciu, V. Ramesh, P. Meer, "Real-Time Tracking of Non-Rigid Objects using Mean Shift," Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 142-149, 2000.
- [6] K. Nummiaro, E. Koller-Meier, L. Van Gool, "A Color-Based Particle Filter," European Conference on Computer Vision, pp. 53-60, 2002.
- [7] K. Nummiaro, E. Koller-Meier, L. Van Gool, "Object Tracking with an Adaptive Color-Based Particle Filter," Symposium for Pattern Recognition of the DAGM, pp. 353-360, 2002.