

이미지 프로세싱을 이용한 부유구조물의 2차원 위치 계측장치 개발

지 명 석* · 김 성 근** · 김 상 봉***

(94년 7월 18일 접수)

Development of Two Dimensional Position Measuring Device for Floating Structure Using an Image Processing Method

Myoung-seok Jee* · Seoung-gun Kim** · Sang-bong Kim***

Key Words : Image Processing, Multi-Tasking, Thresholding, Window, Image Frame Grabber

Abstract

This paper presents an image processing method for two dimensional position measurement of a floating structure. This method is based on image processing technique using concept of window and threshold processing to track the target object. The experimental results for position measurement of the target object in two dimensional water tank demonstrate the validity of this method.

1. 서 론

시스템에서의 다양한 정보추출에 있어 시각적인 인식부분은 그 방대한 데이터 처리량에도 불구하고 최근 고속의 마이크로프로세서의 등장과

함께 그 실현이 가능하게 되었다.

시각인식은 사람에 있어 두뇌가 영상자료를 얻어 그 자료로부터 여러가지 다양한 정보를 얻어 내듯이 컴퓨터를 이용하여 영상을 입력받아 디지털 신호 처리를 행하려고 할 경우, 복잡하지만 최적의 화상처리(Image Processing)기술을 요하

* 부산수산대학교 기계공학과 석사과정

** 부산수산대학교 해양산업개발연구센터

*** 부산수산대학교 기계공학과

게 된다.

화상처리 기술에는 일반적인 화상에서 사람의 판단을 돕도록 가시화시키거나, 통신을 위한 영상의 압축, 저장, 전송의 데이터 처리등의 기초적인 기술에서부터, 영상 대상물의 갯수, 크기, 면적, 길이, 부피, 형상, 위치, 속도등의 물리량 추출이나 대상물의 분류, 판별, 탐색, 해석등의 지능적 처리기술등 그 분야는 매우 다양하다.¹⁻³⁾

기존의 2차원수조에서의 부유체 운동모드는 삼분력계등을 이용하여 계측하였으나, 계측 시스템을 부유체에 부착하는 방법 및 계측에 숙련된 경험을 요한다고 할 수 있다. 특히 계측 시스템의 부착으로 인한 계측의 오차가 상존해 있었다. 그러나 최근 일본등지에서 이미지 프로세싱 기법을 이용하여 2차원수조에서의 운동 모드를 손쉽게 구할 수 있는 계측시스템을 상용 개발한 바 있다.

본 논문에서는 이와같은 이미지 프로세싱 기술을 2차원 수조에서의 부유체 운동모드의 동역학적인 특성을 계측⁴⁾하여 동작을 해석할 수 있는 시스템을 개발하였다.

본 계측장치의 실현 개념으로서는, 부유구조물에 두 지점을 설정하여 그 두 점의 위치를 계측하고 보정을 통하여 실제 위치를 구한 뒤, 얻어진 자료를 해석하여 부유 구조물의 위치의 변위 및 회전을 얻을 수 있도록 하였다. 이러한 계측 시스템은 실시간으로 신호처리를 행함으로써 다른 시스템과의 멀티태스킹(Multi- Tasking)을 가능하게 하였다.⁵⁾ 한편 부유체의 운동해석에 있어 이미지 프로세싱 기술의 이용은 기존의 운동 검출 방법에 비해 실험환경에 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 그 방법에 있어서도 매우 간단한 시스템으로 정도 높은 결과를 얻을 수 있었다.

본 이미지 프로세싱을 이용한 계측 시스템을 한대의 CCD카메라, Image Frame Grabber 카드, 이미지 디스플레이용 멀티싱크 모니터, 그래픽 처리용 칼라 모니터, 그리고 이미지 프로세싱 연산을 위한 IBM-AT (80486)를 이용하여 구성하였다.

2. 영상처리 시스템 및 개념

2. 1 영상처리 시스템의 개요

일반적인 영상처리 시스템은 크게 이미지 수집 부분과 이미지 프로세싱 부분으로 구분할 수 있다. 이미지 수집부분은 Image Frame Grabber가 처리한다. 이것은 카메라로부터 입력된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 ADC (Analog to Digital Converter), 영상신호를 저장하는 비디오 메모리 부분, 영상을 제어하는 콘트롤러 부분, 그리고 영상을 디스플레이하기 위해 메모리내의 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환시키는 DAC (Digital to Analog Converter)로 구성되어 있다. 한편 이미지 프로세싱 부분은 PC의 CPU가 담당하는데, 이것은 Image Frame Grabber의 비디오 메모리의 정보를 읽어 영상처리를 하고, 한편으로는 VGA 모니터로 그 정보를 실시간으로 출력한다. 한편 이런 CPU의 부담을 줄이기 위해 영상처리 연산을 별도의 DSP (Digital Signal Processing)프로세서를 사용하기도 한다. 위의 도식적인 표현은 Fig.1과 같다.

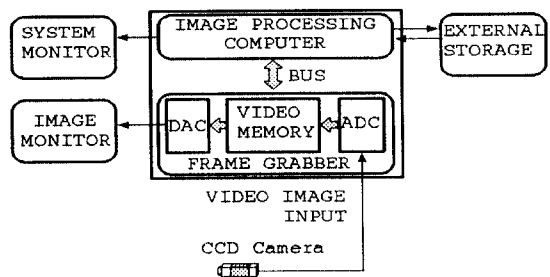


Fig.1 Structure of image processing system

2. 2 이미지 프로세싱의 개념

일반적인 이미지 프로세싱의 개략도는 Fig.2와 같다. Fig.2에서 보는 것처럼 카메라로 얻어진 아날로그 영상을 Frame Grabber를 이용하여 실시간으로 잡고 그 영상정보를 수집한다. 그 영상

정보는 색깔값(Contrast, Hue, Saturation)과 밝기값(Gray Level)으로 표현된다.

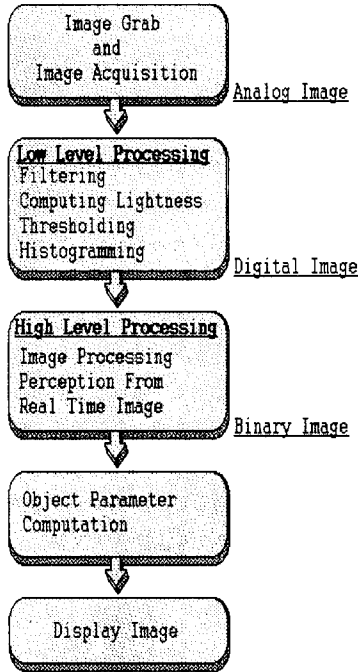


Fig.2 Flow of image processing

컴퓨터의 CPU는 이 정보를 정수화하고 하나로 그 영상을 처리하기 위해 디지털화(Digitization)시키거나 또는 이진영상(Binary Image)처리를 행한다. 한편 소프트웨어적인 처리를 하기 위한 전처리과정(Pre-processing) 즉, 화상의 왜곡이나 농도등을 보정하고 난 뒤 필터링, 디지털 처리, 명암처리, Thresholding, 경계선 검출등의 저급처리(Low Level Processing)를 한다. 저급처리가 끝난 뒤 영상을 해석(Analysis), 인식(Perception)하기 위한 고급처리(High Level Processing)를 한다. 여기서는 영상에서 대상물의 추적이나 물리량 추출, 인식, 판단, 제어등의 각종 알고리즘이 적용된다.

3. 운동계측 시스템 개발을 위한 프로그래밍

3.1 화상처리 프로그래밍

영상에 의한 위치계측에는 카메라 한대를 사용한 2차원적 계측이 있고, 카메라 두대를 사용한 3차원 계측 및 해석이 있다.⁶⁻⁷⁾ 후자의 경우에는 공간 좌표가 3개이므로 대상물체의 깊이와 3차원적 위치가 파악될 수 있다. 한편 전자의 경우에는 해석 대상의 운동이 2차원적으로 구속되어 있을 때 이용되며 후자에 비해 간단한 시스템으로 실현될 수 있다.

본 논문에서는 카메라 한대를 이용하여 2차원 평면내에서 움직이는 부유체의 2차원적 위치를 영상처리하여 그 물체의 병진 및 회전운동등을 계측할 수 있는 시스템을 구성함에 그 목적을 두고, Fig.3과 같은 화상처리 개념으로 프로그램을 개발하였다.

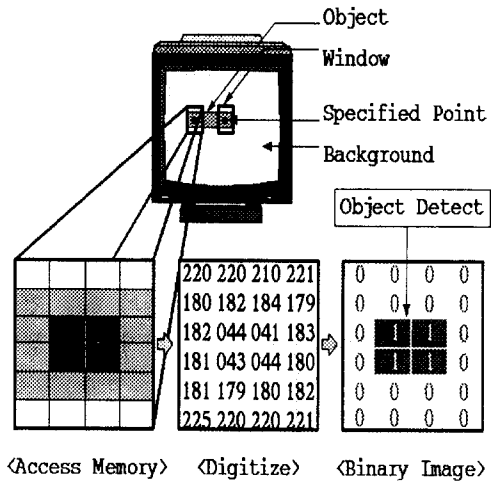


Fig.3 Basic concept for image processing of motion measurement

이 시스템은 우선 2차원적으로 추종해야 할 운동하는 물체에 배경이나 물체와 구분되는 특이점을 표시한다. 이 특이점은 물체나 배경과 구분되

는 Gray Level값을 가지게 한다. 그리고 특이점은 그 이웃하는 영상과 함께 이미지 모니터상에서 창(Window)으로 설정된다. 한편 카메라로부터 입력되어지는 아나로그 Live영상을 일정한 시간마다 Image Frame Grabber로 잡아낸다. 그러면 이미지 프로세싱 연산용 PC의 CPU는 특이점이 놓이는 창안의 Gray Level값을 읽고, 특이점과 주변이 구별되는 특정의 Gray Level값과 창안의 Gray Level값과 비교하여 0이나 1로 이진화(Binary Image) 시킨다.

이때 영상정보는 특이점을 1로, 주변을 0으로 다시 매핑된다. 이렇게 이진화되어 뚜렷이 구분되는 특이점을 창 중심으로 놓이게 창의 좌표를 재설정함으로써 물체를 추종하게 되는 것이다. 즉

이진화된 특이점이 놓인 창내의 값을 창 바깥에서부터 안쪽으로 1이 있음을 판단하고 창내의 특이점의 위치를 파악하여 특이점을 창 중앙에 놓게 할 새로운 창의 좌표를 계산한다. 이와같이 연산을 끝낸 뒤 다음 샘플링 시간에는 다시 grab한 영상에서 전 샘플링 시간에 검출해낸 창의 좌표값으로 다시 위의 연산과정을 거쳐 새로운 창의 좌표값을 얻어낸다.

이 연산처리는 매 샘플링 시간마다 행하기 때문에 다음 시간에 특이점이 창 중심에서 벗어나 있더라도 항상 창은 특이점을 중앙에 놓으려하므로 창은 항상 물체를 추종하게 된다. 한편 창의 크기는 특이점에 비해 그리 크지 않으므로 창의 중심좌표를 물체의 좌표라고 둘 수 있다. 실제 프로그램에서는 물체의 회전을 계측할 수 있도록 두개의 특이점이 이용된다. 그리고 위의 작업은 8259의 타이머 인터럽트를 이용하여 매 Frame마다 시간을 측정하였고, 그 결과는 실험 종료후 데이터 처리 및 그래픽 처리를 하였다. 이에 대한 프로그램의 흐름도는 Fig.4와 같다.

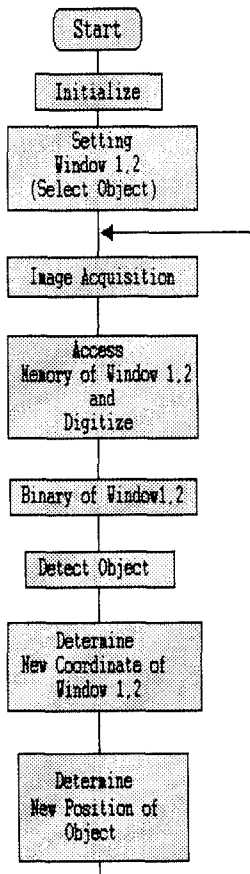


Fig. 4 Flow chart of image processing program

3. 2 실시간처리 프로그램

본 화상처리 프로그램은 멀티싱크 모니터상에 CCD카메라를 통해 들어온 영상을 그대로 출력하는 기능, 창내의 정보를 화상처리한 영상 데이터를 VGA모니터에 그래픽 처리하는 기능, 키보드의 센싱등과 같은 다중처리가 일정 샘플링시간마다 실시간으로 처리된다.⁵⁾ 실시간 프로그램은 이미 본 연구실에서 개발한 RTCPP(Real Time Control Program Package)를 이용하였다. 이것은 PC 내부의 시스템을 관리하는 타이머 인터럽트를 프로그래머가 원하는 시간으로 설정하고 그 인터럽트 벡터를 프로그래머의 소프트웨어로 벡터 변경하는 것으로 일정한 샘플링 시간에 다중처리를 가능하게 한다.

4. 실험에의 적용

4. 1 실험장치의 구성

사용된 기구와 하드웨어로는 해상도 512×512

의 CCD카메라, 해상도 256×256의 흑백 Image Frame Grabber 카드, 입력 영상을 디스플레이 할 멀티싱크 모니터, 이미지 프로세싱을 위한 IBM-AT(80486), 그리고 투명한 2차원 사각 구조로 되어있다. 사용된 Image Frame Grabber 카드의 상태, 제어 레지스터는 0x3E8에 주소하고, 메모리는 0xD0000~0xDFFFF에 매핑된다. 그리고 Grab시간은 1/60 sec/field이다. 실험장치의 도식적인 그림은 Fig.5와 같다.

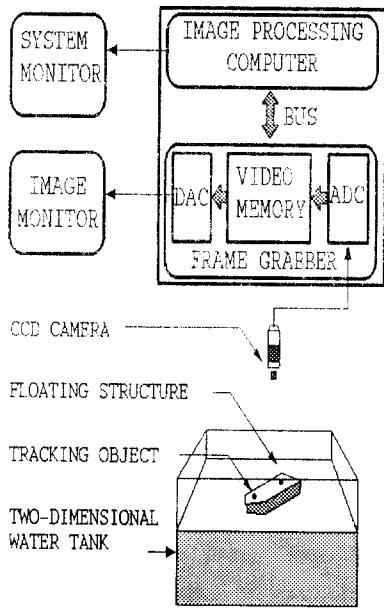


Fig. 5 Schematic diagram of experimental apparatus

한편 2차원 수조내부에 놓여진 측정대상물이 임의의 위치에서 이동할때, CCD카메라로 대상물에 표시된 2점의 표적을 영상입력하여 주어진 Threshold 값으로 화상변환을 한후, 그 위치의 이동상황을 Fig.6과 같이 실시간으로 그래픽 처리하는 과정의 실험을 행하였다. 실시간으로 영상 처리되는 동안, 멀티싱크 모니터는 CCD 카메라를 통해 처리된 영상을 실시간으로 그대로 바이패스하여 모니터링할 수 있으며, 컴퓨터의 VGA 보드에 연결된 컬러 모니터는 화상처리된 정보를

실시간으로 2차원적 그래픽 처리를 행하게 된다. 이때 디지털 처리된 화상정보는 CPU주변의 메모리 장치에 보관되어 필요한 때는 언제나 사용할 수 있도록 데이터 처리된다.

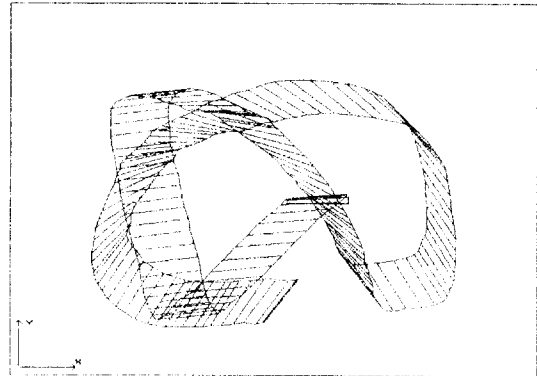


Fig.6 Motion in the X-Y coordinate

4.2 실험 결과

실험은 실시간으로 행해졌고, 한 frame 연산시간은 약 30 [mSec]정도 소요되었다. 실험결과를

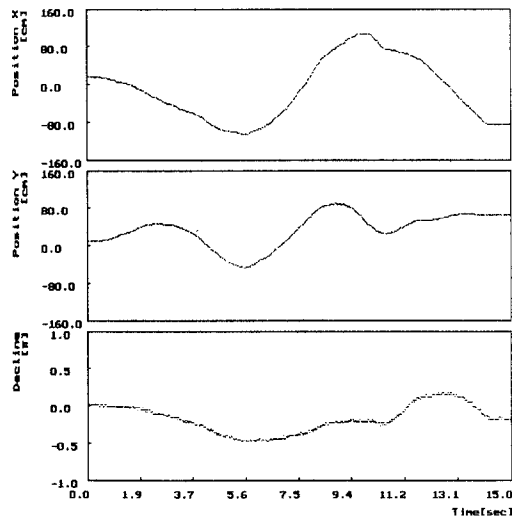


Fig.7 Experimental results for motion of target object

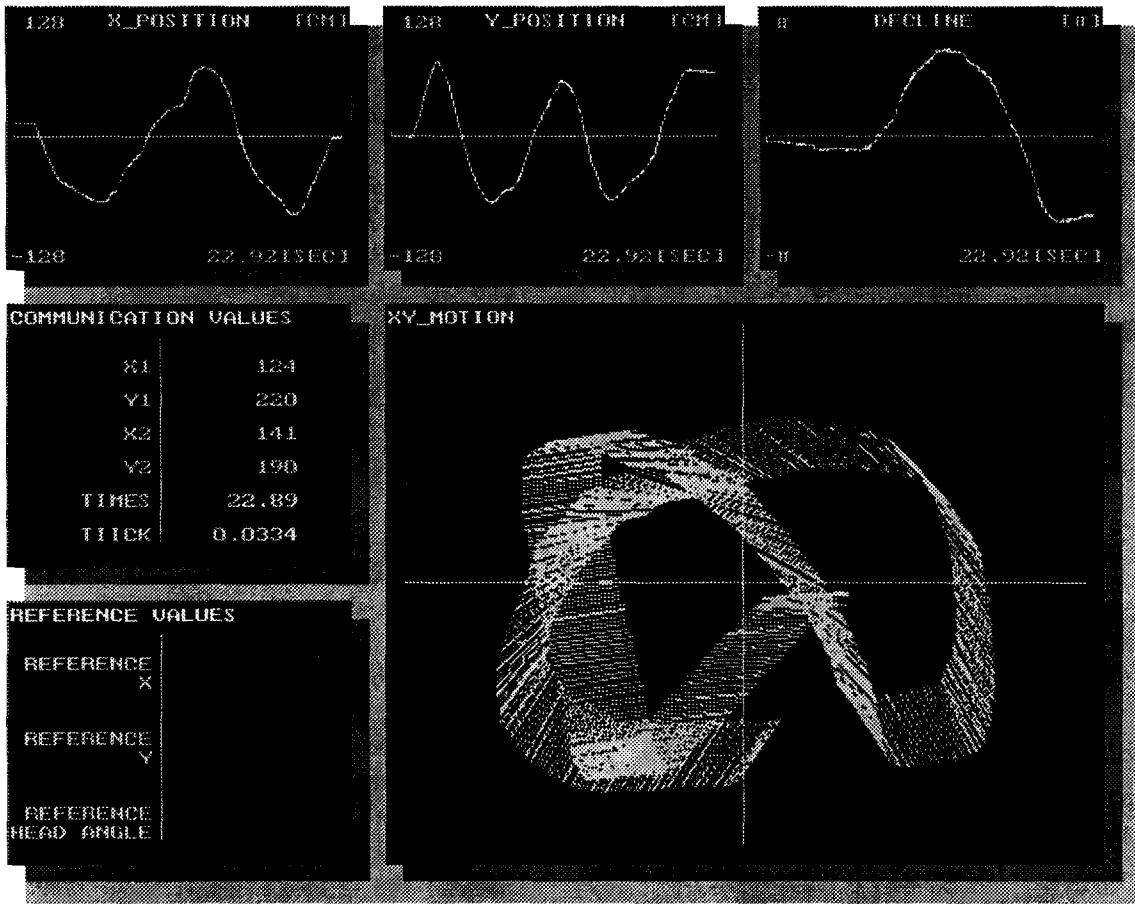


Fig.8 Graphic screen of two dimensional position measuring device

시간에 대한 물체의 x좌표, y좌표, 그리고 물체의 회전각을 Fig.7과 같이 디스플레이하였고, x좌표와 y좌표의 2차원 모션도 Fig.6과 같이 그래픽처리 하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 이미지 프로세싱을 이용하여 부유 구조체의 2차원적인 운동을 계측할 수 있는 영상처리 시스템을 개발하였다. 개발한 추적 기법은 간단한 연산처리로 행해지므로 시간소요가 적어 실시간이 가능하였다. 본 연구에서는 물체와

배경을 뚜렷이 구분할 수 있는 Thresholding 기법과 작은 창 개념을 이용함으로써 주변의 다른 물체나 배경에 영향을 받지 않고 정해진 영상 화면내에서 운동모드에 관련된 정보를 얻을 수 있는 시스템을 개발함으로써 기존의 기법에 대한 단점을 보완할 수 있게 되었다. 또한, 창의 개념으로 기존의 이미지 프로세싱에서의 방대한 데이터 처리의 부담을 해소할 수 있었을 뿐만 아니라, 이미지 프로세싱 프로그램 실행시간을 최소화함으로써 프로그램상에서 샘플링시간내에 물체의 계측이외에도 다른 작업과 함께 멀티 테스킹처리가 가능하게 되었다.

본 장치에 사용한 화상처리 보드의 성능으로 인해, 화상처리를 위한 영상변환 시간은 연산처리

시간에 비해 길었다. 물론 보다 성능이 우수한 화상처리 보드를 구입하는 것으로도 해결 가능하지만, 또하나의 해결책으로서는 저수준언어(Assembler Language)를 사용하는 것을 들 수 있다.

앞으로의 연구과제로서, 장애물에 대한 추적의 효율을 높이기위한 알고리즘의 개발과, 계측장치로서 다른 장치와의 연결을 위한 RS-422과 같은 장거리 통신기능의 부여를 들 수 있다. 이와같은 연구도 현재 진행중에 있음을 밝혀둔다.

참 고 문 헌

1. Tompson, W.B, and S. T. Barnard, "Low-level Estimation and Interpretation of Visual Motion", IEEE computer, Vol.14, No.8, pp.20-28, 1981.
2. Christopher C. Pu and Frank Y. Shih, "Morphological Shape Description and Shape Recognition Using Geometric Spectrum a Multidimensional Binary Images", IECON'93 Robotics, Vision, and Sensors: and Signal Processing and Control, Vol 3 of 3, pp.1371-1376, 1991.
3. R.C Gonzalez, "Digital Image Processing", Addison Wesley, 1992.
4. 池明石, 金成根, 金相奉, "Measurement and Analysis for Motion Mode of Floating Vehicles in Two Dimensional Water Tank Using an Image Processing Method", 韓國舶用機關學會 '94년 춘계학술대회초록집, pp.135-139, 1994.
5. 金相奉, 李忠煥, "Development of Real Time Control Program Package for Digital Control", 韓國自動制御學術會議論文集, pp.317-321, 1991.
6. Mark Hedly, Hong Yan, and Dov Rosenfeld, "An Improved Algorithm for 2-D Translational Motion Artifact Correction", IEEE Transactions on Medical Imageing, Vol.10, No.4, pp.543-553, Dec. 1991.
7. Lingxian Li and James H. Duncan, "3-D Translational Motion and Structure from Binocular Image Flows", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.15, No.7, pp.657-667, Jul.1993.
8. Hormoz Shariat and Keith E. Price, "Motion Estimation with More Than Two Frames", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.12, No.5, pp.417-434, May. 1990.