

멀티미디어 대응 상용 PIV의 국산화개발에 관한 연구

이영호* · 최장운** · 서민식***

A Study on Development of Commercial PIV Utilizing Multimedia

Y. H. LEE · J. W. CHOI · M. S. SEO

Key words : PIV(Particle Image Velocimetry), Image Processing(영상처리), Identification(벡터추적 알고리즘), Cross Correlation(상호상관), Multimedia(멀티미디어)

Abstract

The present study is aimed to develop a new PIV operating software through optimization of vector tracking identification including versatile pre-processings and post-processing techniques. And the result exhibits an improved version corresponding various input and output multimedia compared to previous commercial software developed by other makers. An upgraded identification method called grey-level cross correlation coefficient method by direct calculation is suggested and related user-friendly pop-up menu are also represented. Post-processings comprising turbulence statistics are also introduced with graphic output functions.

1. 머리말

이론유체역학은 일반적으로 연속의 식과 세 방향의 운동방정식 그리고 열역학적 에너지방정식으로부터 구성되는 지배방정식의 해를 해석적으로 구하여 다섯 가지의 기본 물리량(u, v, w, p, T)을 구하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 전산유체역학은 다양한 정식화기법을 적용하여 얻어진 대수방정식을 효과적으로 풀기 위하여 컴퓨터를 이용하고 있다. 그리고 실험적인 방법으로서 속도의

계측에는 피토크, 열선유속계, LDV 등이 사용되고 있으며 압력계와 열전대를 이용하여 벽면의 정압 및 공간온도분포를 정도높게 구하고 있다.

유체역학에 관련된 기기의 설계 또는 성능향상을 위한 제반 과정에서 가장 기본적인 것은 수반하는 유동장의 거동을 파악하는 일일 것이다. 이 경우에 눈에 잘 보이지 않는 흐름중에 추적입자를 넣고 적당한 조명을 가한 뒤에 카메라 등으로 순간 또는 시간평균의 유동장을 기록하여 유체역학적인 특성을 고찰하는 작업을 가시화(visualization)^{1)~3)}라고

* 한국해양대학교 교수(원고접수일 : 98년 6월)

** (주)아이아이티 선임 연구원

*** 한국해양대 대학원 박사과정

부른다. 특히 최근의 디지털 영상처리기법(digital image processing)은 컴퓨터를 비롯한 관련 하드웨어의 비약적인 발전과 더불어 수많은 적용례를 보이고 있다. 이와 같은 추이 속에서 유체의 기본물리량을 동시다점으로 측정할 수 있는 PIV(Particle Image Velocimetry, 입자영상유속계)^{4)~6)}가 최근에 각광을 받고 있다. 이 방법은 원리적으로 3성분의 속도를 동시에 전영역에 걸쳐 연속으로 측정할 수 있으며 이 값들을 NS(Navier - Stokes)방정식에 대입하여 압력구배항을 공간적분하면 벽면의 정압까지를 포함한 순시의 압력장을 구할 수가 있다. 또한 추적입자로서 온도감은 입자를 이용하면 공간의 온도분포까지도 동시에 구해진다. 이와 같이 PIV는 5종류의 기본물리량을 모두 한꺼번에 측정할 수 있음으로서 미래에는 전산유체역학에 대응할 수 있는 유일한 측정기법으로 인식되고 있다.

그러나 PIV의 성능은 하드웨어의 면에서는 호스트컴퓨터의 대용량 고속연산기능에 의존하며 소프트웨어의 관점에서는 속도벡터의 추출알고리즘의 효율에 좌우되는 특성을 지니고 있다. 한편 디지털 영상처리분야는 컴퓨터 관련기술과 병행하여 급속하게 발달하여 왔으며 가시화에 관련된 연구자들이 이와 같은 기술을 적극적으로 수용하여 유동장의 영상처리를 신속하고도 정도높게 또

한 경제적으로 행할 수 있게 되었다. 현재에는 레이저의 광학특성과 정지사진기법을 적용한 초기의 기법에서 크게 발전하여 고기능의 다양한 멀티미디어제품을 활용하여 PIV성능을 향상시킬 수 있는 단계에 와 있다.

이 연구에서는 이와 같은 배경으로부터 다양한 전처리 및 후처리기능을 포함하여 벡터추적알고리즘의 최적화를 통한 새로운 PIV운영환경의 구축을 위한 체계적인 접근방법을 다루었다. 그 결과, 다양한 입력 멀티미디어 장치에 대응할 수 있는 개선된 PIV시스템의 구축에 성공하였다.

2. PIV의 분류 및 원리

2.1 PIV의 구분

PIV는 분류하는 기준에 따라서 여러 가지로 정의될 수가 있다. 여기에서는 또 다른 PIV의 분류기준으로 속도벡터의 추출 알고리즘에 따른 구분⁷⁾을 시도하였다. 그림1은 이와 같은 관점에서 분류한 결과이다.

2.2 상호상관 PIV

본 PIV 개발연구에서는 입자추적알고리즘으로서 유동장의 영상에 대한 계조치의 상호상관계수

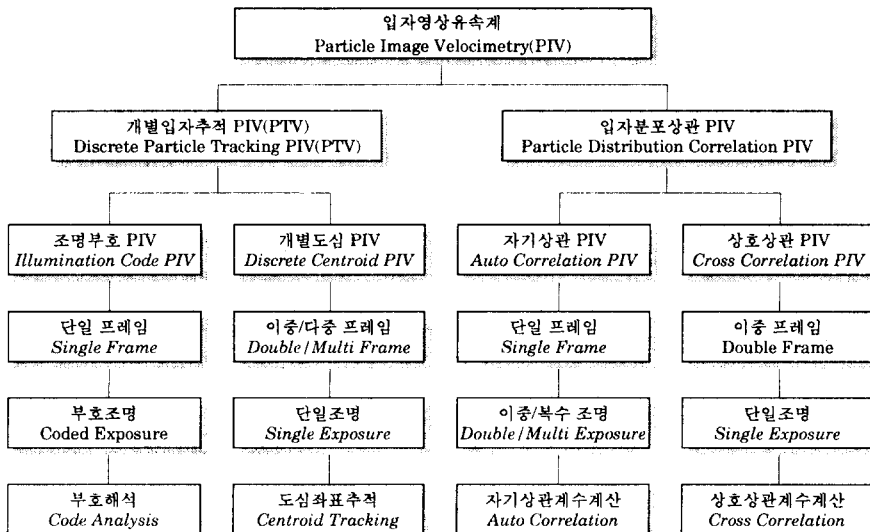


그림 1. 속도벡터의 추적알고리즘에 따른 PIV의 분류

의 비교를 통한 기법을 택하였다. 간단히 원리를 살펴보면 다음과 같다. 그림2에서와 같은 영역에서 2차원 이산 상호상관함수(Cross - Correlation Function, CCF)는 다음의 식으로 계산된다.

$$c(s, t) = \sum_x \sum_y f(x, y) w(x-s, y-t) \quad (1)$$

단 여기에서 미소영역 $w(x, y)$ 의 크기는 $J \times K$ 이며 전체영역 $f(x, y)$ 의 크기는 $M \times N$ 이다. 또한 $s = 0, 1, 2, \dots, M-1, t = 0, 1, 2, \dots, N-1$ 이다. 그러나 식(1)로 주어지는 함수식은 $f(x, y)$ 및 $w(x, y)$ 의 진폭의 변화에 매우 민감하여 다음의 식으로 정의되는 상호상관계수(Cross Correlation Coefficient, CCC)를 구하여 최대상관의 위치를 찾아내는 것이 합리적이다.

$$r(s, t) = \frac{\sum_x \sum_y [f(x, y) - \bar{f}(x, y)][w(x-s, y-t) - \bar{w}]}{\left[\sum_x \sum_y [f(x, y) - \bar{f}(x, y)]^2 \sum_x \sum_y [w(x-s, y-t) - \bar{w}]^2 \right]^{1/2}} \quad (2)$$

여기에서 \bar{w} 는 $w(x, y)$ 영역내의 평균치(1회계산)이며 $\bar{f}(x, y)$ 는 w 가 현재 위치하는 곳의 평균값을 의미한다. 이 때 상관계수 $\gamma(s, t)$ 는 -1과 1사이의 값을 갖게 된다.

상호상관 PIV에서는 그림2의 (x, y) 의 원점이 제1프레임상에서 속도벡터를 구하기 위한 가상격자의 중심 즉 벡터의 시점을 나타낸다. 이 점을 중심으로 제2프레임상에서 M (또는 N , 일반적으로는 $M=N$)의 값으로 정의되는 탐색영역 반경내의 모든 픽셀의 위치 (s, t) 에서 $(J \times K)$ 의 값으로 표시되는 상관영역에 대한 $\gamma(s, t)$ 의 값을 구한다. 다음으로 이 값들 중에서 최대치의 위치를 찾으면 이곳이 제2프레임에서의 벡터의 종점이 된다. 경험적으로 속도벡터를 구하기 위한 격자의 크기가 (40×40) 이며 $M=15, J=K=45$ 로 하였을 때 Pentium(90MHz)상에서 식(2)를 이용하여 최대 CCC를 구해 보면 FORTRAN의 최적화된 계산알고리즘에서 약 10분 전후가 소요된다. 보통 탐색영역의 반경 M 의 값은 전체 유동장의 최대속도를 감안하여 이보다 약간 큰 값을 취하며 상관영역의 크기 J 는 이상치의 발생 여부, 유동장의 공간해상도 등을 고려하여 경험적으로 정한다. 이와 같은 값들의 설정은 실험초기에 측정영역의 크기 및 최대속도에 대한 사전지식을

가지고 결정하는 것이 합리적이다.

한편, 시간 해상도면에서 상호상관 PIV에 가장 적합한 선택은 우선 고속도 비디오카메라를 들 수가 있다. 여기에서는 카메라가 제공하는 기계적인 프레임수에 따라 공간해상도가 자동으로 설정되며 단지 충분한 조명이 필요하다. 그러나 현재의 고속도 비디오 카메라는 일반적으로 공간해상도가 낮으며(최대 500×500 픽셀 수준) 풀사이즈에서 프레임수도 103 오더에 머물고 있다. 이 때에 얻을 수 있는 최대 계측속도는 10m/sec전후라고 보여진다. 다음으로 선택할 수 있는 것이 레이저의 연속광을 단속적으로 절단(chopping)하여 짧은 펄스조명의 발생을 비디오의 동기신호와 연계시키는 방법이다. 여기에서는 비월주사방식(interlace scanning)의 비디오프레임(frame, 1/30초)의 두 피일드(odd와 even field, 1/60초)에 임의의 미소 펄스폭과 간격을 갖는 펄스광을 연속적으로 발광시켜서 유동장의 영상을 비디오방식으로 저장하는 기법이다(그림3 참조). 크게 기계적 쉘터(mechanical

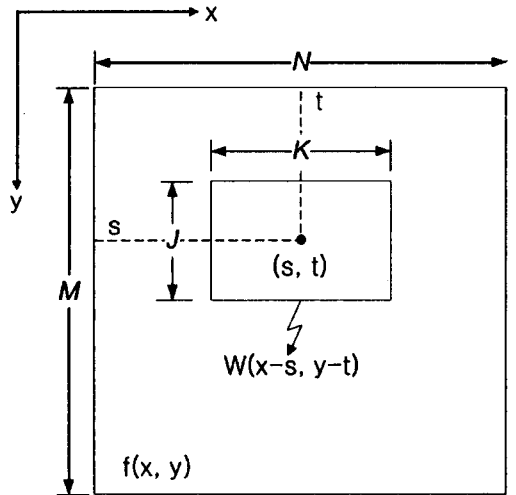


그림 2. 상호상관함수(계수)의 개념도

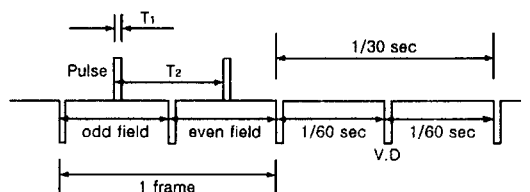


그림 3. AOM의 펄스제어

chopper)방식과 음향광의 회절원리를 이용한 음향광 조절기(Acoustic Optical Modulator, AOM)방식으로 대별할 수 있다. 이 방식으로 고출력의 연속 광레이저와 고감도의 CCD카메라를 조합하면 약 100m/sec 까지의 속도계측이 가능하다.

3. 시스템 구성

3.1 영상의 입력 및 저장장치

영상입력장치는 PIV의 속도추출기법에 따라서 결정되며 대표적인 입력장치로서 기계적 스캐너, CCD 카메라, Hi-8mm Cam Coder, 고속도 비디오카메라 등이 있다. 입력신호의 종류는 NTSC Composite, S-VHS(Y/C), RGB 등이 있다.

그림4는 본 연구에서 개발한 PIV 시스템의 전체 구성도를 보이고 있다. 영상을 기록하기 위하여 가정용의 캠코우더(512×480픽셀 기준)나 고속도카

메라 또는 디지털 카메라 그리고 전용의 CCD카메라 등이 자유롭게 이용될 수가 있다. 영상저장장치는 입력장치의 해상도를 그대로 유지하여야 하며, VCR(Video Cassette Recorder), LVR(Laser Videodisk Recorder) 등이 있으며 최근에는 DVD(Digital Video Disk)가 실용화 단계에 있다. 하드디스크와 같은 컴퓨터관련 저장장치는 대용량의 데이터를 저장하기 위하여 압축복원기술(Motion-JPEG, MPEG1, MPEG2)을 사용하는 장치가 필요하나 화질의 손상을 고려하여야 한다. 일단 저장된 유동장의 영상은 언제든지 반복처리가 가능함으로서 임의 데이터의 확보가 유리하다.

3.2 영상처리장치

이미지보오드는 TV, CCD카메라 등과 같은 영상매체를 통해 나타나는 영상신호(아날로그 신호)를 샘플당 정의된 비트로 디지털화 하여 PC가 처

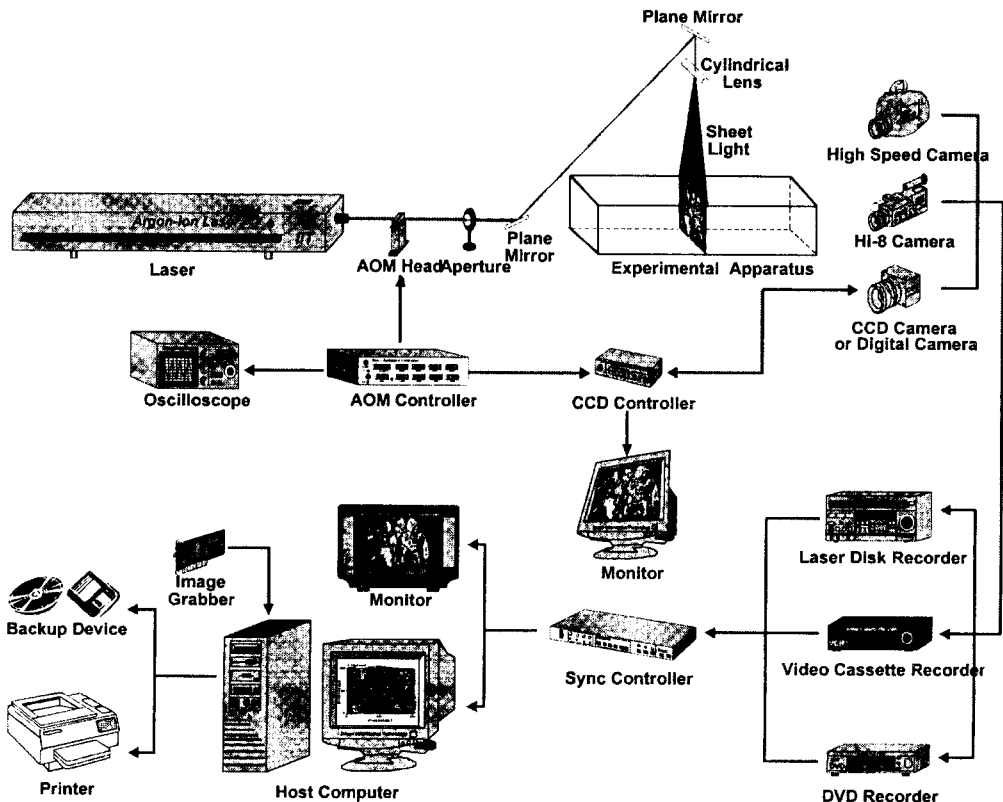


그림 4. PIV의 시스템 구성도

리할 수 있는 신호로 바꾸어 주고 산술, 논리연산 및 영상처리조작을 행하여 정보를 분석하기 위한 하드웨어이다. 이미지보오드는 프레임그래버(Frame Grabber)라고도 하며 프레임그래버는 대개 고해상도용 비디오프레임의 두 필드를 모두 디지털화 하며 필드그래버는 비디오프레임을 구성하는 두 비디오필드 중의 하나만을 디지털화 한다.

이미지보오드의 구성은 입출력 LUT(Look - Up Table)와 이미지메모리 그리고 입출력을 위한 A/D 및 D/A컨버터, 외부트리거 및 외부동기신호를 위한 포트로 구성되어 있다.

본 PIV 시스템에서는Data Translation사의 그래버(모델명 : DT3155)를 이용하였다. 그래버는 비디오로부터 입력된 칼라신호를 보다 깨끗하게 획득하기 위하여 크로미넌스 노치 필터에서 칼라 정보를 제거한다. 칼라정보가 제거된 아날로그신

호를 샘플링하여 A/D변환기에서 디지털화 하며 디지털로의 변환은 플래쉬변환기에 의해서 행해진다. 보통의 A/D변환기는 어느 정도 한정된 샘플링능력을 갖고 있기 때문에 영상신호의 빠르기를 따라잡을 수 있는 고속의 A/D변환기가 필요하다. 변환시 입력범위의 Black Level과 White Level을 조절할 수 있다. 입력영상신호는 A/D변환기를 거쳐 디지털정보로 바뀌어 프레임메모리에 저장되며 출력 LUT를 통과하여 PC의 RAM에 저장된다. RAM에 저장된 영상데이터는 모니터에 디스플레이하거나 하드디스크로 저장할 수 있다.

4. 소프트웨어구성

4.1 파일확장자

표1은 본 PIV에서 사용되는 파일들의 확장자정

표 1. 파일확장자의 정의

확장자	분류	설 명
*.ANI	B	난류운동에너지로서 3차원 표면처리(Surface)로 나타낼 수 있다.
*.Aut	A	*.Mkc를 자동에러처리한 벡터파일이다.
*.Avg	A/B	Vector와 Surface를 포함하여 여러가지 경우에 있어서의 평균값을 보관하고 있으며, Ascii 혹은 Binary파일포맷으로 구성된다.
*.Bmp	B	윈도우즈와 호환성을 가지며 주로 256계조치를 사용한다.
*.Dat	A	회전각, 동일입자추적을 위한 정보 등 여러 가지 경우에 있어서의 간단한 정보들을 담고있다.
*.F_C	B	난류변동성분으로 *.Vel과 동일한 파일구조로 이루어져 있다.
*.Gif	B	일반적인 Gif포맷이다.
*.Id9	A	동일입자추적으로부터 얻어지는 최초의 벡터파일이다.
*.Int	A	*.Man을 격자점상에 재배치한 벡터파일이다.
*.K^E	B	운동에너지로서 3차원 표면처리(Surface)로 나타낼 수 있다.
*.Man	A	*.Aut를 수동에러처리한 후의 벡터파일이다.
*.Mem	A	특정 파일에 대한 메모를 기록해 둔 것이다.
*.Mkc	A	*.Id9를 계산영역에 맞게 재구성한 벡터파일이다.
*.Pal	B	소프트웨어에서 사용되는 팔레트정보를 보관하고 있다.
*.Pcx	B	일반적인 Pcx포맷(24비트를 포함)이다.
*.Raw	B	이미지보오드로부터 출력되는 압축되지 않은 256계조의 영상파일로서 소프트웨어에서는 대부분 이 확장자를 사용하여 처리가 행해진다.
*.T^I	B	난류강도로서 3차원 표면처리(Surface)로 나타낼 수 있다.
*.Tke	A	운동에너지를 순차적으로 보관하고 있으며, 시간간격이 주파수분석을 위한 요구조건을 만족시킬 경우 주파수분석에도 사용할 수 있다.
*.Txx		
*.Txy	B	겉보기응력(난류응력, 레이놀즈응력)으로서 3차원 표면처리(Surface)로 나타낼 수 있다.
*.Tyy		
*.Vel	B	픽셀단위인 *.Int를 실제단위(mm,cm,m)로 변환시킨 벡터파일이다.
*.Wav	B	Windows의 일반적인 Wav포맷이다.
*.Wjf	B	모든 벡터그래픽은 이 형식으로 저장할 수 있으며, 역으로 자식창에 디스플레이하여 프린터로의 출력이 가능하다. AutoCAD의 Scr, Dxf, Dxb형식이나 윈도우의 Wmf형식으로 변환될 수 있다.
*.Wmf	B	Windows의 일반적인 Wmf포맷이다.

< A : Ascii, B : Binary, A/B : Ascii or Binary >

의를 보여준다. 다양한 형태의 확장자가 제공되어 출력결과들을 임의의 파일형식으로 지원할 수 있음으로서 영상출력의 멀티미디어 대응이 가능하도록 하였다.

4.2 메뉴구성도

그림5는 메뉴구성도를 나타낸다.

File메뉴는 다음과 같이 하위의 메뉴로 구성되어 있다(표2).

개발된 전용 소프트웨어에서 지원하는 후처리(Post-Processing)기능은 다음과 같다(표3).

또한 각종 난류 통계량의 계산을 위한 루틴들이 다양하게 제공되고 있다. 표4는 개발된 소프트웨어에서 제공되는 파일이름들을 정리한 것이다.

표2. File메뉴의 하부메뉴

메뉴	설명
Load	소프트웨어에서 사용되는 모든 형태의 파일을 열어 자식 창에 디스플레이한다.
Close	활성화된 자식 창을 닫는다.
Close All	열려 있는 모든 자식 창을 한꺼번에 닫는다.
Save As	활성화된 자식창의 영상을 다른 이름으로 저장한다.
Acquire	이미지보드(DT3155)로부터의 영상을 획득한다.
PassThru	이미지보드(DT3155)에서 PassThru 모드로 기동한다.
Print	영상을 프린터로 출력한다.
Printer Setup	프린터설정을 변경한다.
Preference/General	소프트웨어의 운영을 위한 전반적인 설정을 한다.
Preference/CACTUS Working Directory	소프트웨어의 작업 디렉토리의 변경을 수행한다.
Exit	소프트웨어를 종료한다.

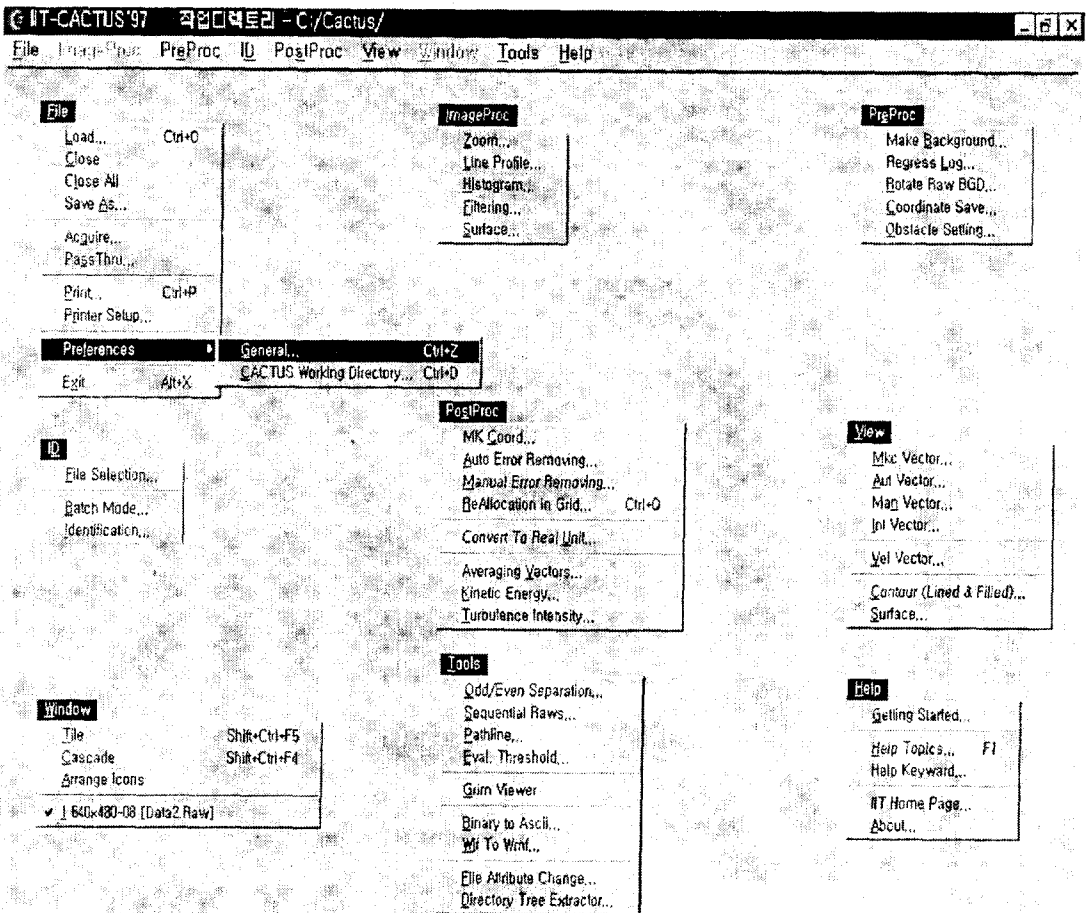


그림 5. 메뉴 구성도

표 3. 제공되는 후처리기능

메뉴	설명
Mk Coord	해석영역의 좌상단좌표를 원점(0,0)으로 옮긴다.
Auto Error Removing	자동으로 에러를 처리한다.
Manual Error Removing	수동으로 에러를 처리한다.
Reallocation in Grid	격자점상에 재배치한다.
Convert to Real Unit	픽셀좌표에서 실물좌표로의 변환한다.
Averaging Vectors	벡터의 평균값을 계산한다.
Kinetic Energy	운동에너지를 계산한다.
Turbulence Intensity	난류에 관한 정보를 추출한다.

표4 난류계산용 파일

화일명	계산식 및 설명
nnnnFlCo.F^C	$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u \, dt, \bar{v} = \frac{1}{T} \int_0^T v \, dt$ $u' = u - \bar{u}, v' = v - \bar{v}$ u' 및 v' 은 순시의 속도변동성분이고 \bar{u} 및 \bar{v} 는 시간평균속도이다. 각 격자점상에서의 순시의 속도변동성분을 기록한다. 벡터로 표시될 수 있다.
nnnnTuKE.^	$\text{순시난류운동에너지} = \frac{u'^2 + v'^2}{2}$ 각 격자점상에서의 순시의 난류운동에너지를 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.
^____.Avg	$\text{시간평균 난류운동에너지} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{u'^2 + v'^2}{2} \, dt$ 각 격자점상에서의 시간평균의 난류운동에너지를 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.
nnnnTuIn.T^I	$\text{순시난류강도} = \frac{\sqrt{(u'^2 + v'^2)/2}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}} \, dt$ 각 격자점상에서의 순시의 난류강도를 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.
T^I____.Avg	$\text{시간평균난류강도} = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\sqrt{(u'^2 + v'^2)/2}}{\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2}} \, dt$ 각 격자점상에서의 시간평균의 난류강도를 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.
nnnnTapp.Txx nnnnTapp.Txy nnnnTapp.Tyy	$\tau_{xx} = -\rho u' u', \tau_{xy} = -\rho u' v', \tau_{yy} = -\rho v' v'$ 각 격자점상에서의 순시의 레이놀즈응력을 기록한다. 그래픽의 편의를 위하여 일에는 $-\tau_{xx}, -\tau_{xy}, -\tau_{yy}$ 로 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.
Txx____.Avg Txy____.Avg Tyy____.Avg	$\overline{\tau_{xx}} = -\frac{\rho}{T} \int_0^T u' u' \, dt, \overline{\tau_{xy}} = -\frac{\rho}{T} \int_0^T u' v' \, dt, \overline{\tau_{yy}} = -\frac{\rho}{T} \int_0^T v' v' \, dt$ 각 격자점상에서의 시간평균의 레이놀즈응력을 기록한다. 그래픽의 편의를 위하여 파일에는 $-\overline{\tau_{xx}}, \overline{\tau_{xy}}, \overline{\tau_{yy}}$ 로 기록한다. Surface로 표시할 수 있다.

표 5. 외부실행 유틸리티

메뉴	설명
Odd/Even Separation	기수/우수로 분리한다.
Sequential Raws	2개의 비트맵영상을 겹쳐서 나타낸다.
Pathline	연속하는 영상을 겹쳐서 유적 선을 보여준다.
Eval. Threshold	자동역치계산 및 도심을 검출한다.
Grim Viewer	*.Raw형식의 파일을 Thumbnail형식으로 보여준다.
Binary to Ascii	2진(Binary)파일을 아스키(Ascii)파일로 변환한다.
Wjf To Wmf	*.Wjf형식의 파일을 Windows의 Wmf형식으로 변환한다.
File Attribute Change	파일의 속성을 변경한다.
Directory Tree Extractor	디렉토리를 복사한다.

또한 외부실행 유틸리티의 메뉴는 표5와 같이 구분하였다.

5. 결 론

이 연구에서는 다양한 전처리 및 후처리기능을 포함하여 벡터추적알고리즘의 최적화를 통한 새로운 PIV운영환경의 구축을 위한 체계적인 개발을 행하였다. 그 결과, 다양한 입출력 멀티미디어 장치에 대응할 수 있는 개선된 PIV시스템의 구축에 성공하였다. 또한 PIV를 벡터추적 알고리즘에 의하여 구분하는 방법을 제시하였으며 본 개발연구에서 채택한 계조치의 상호상관계수 탐색에 의한 알고리즘의 적용에 대하여 상술하였다. 나아가 사용자편의를 목적으로한 메뉴구성을 제시하였으며 관련된 내부파일 및 기능들에 대하여 논하였다. 아울러 후처리기능으로서 난류 통계량까지를 계산하여 그래픽처리 할 수 있도록 메뉴를 개발하였다.

후 기

본 연구는 1995년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 산학협력연구(과제번호 : 95-2-09-02-01-1)의 결과임을 밝히며 관계자 여러분께 심심한 사의를 표하는 바이다.

참고문헌

1. Visualization Society of Japan, 1986, Handbook of Flow Visualization, Asakura Book Co.(Japanese).
2. W.Merzkirch, 1987, Flow Visualization(2nd ed.), Academic Press Inc.
3. W,J,Yang, 1989, Handbook of Flow Visualization, Hemisphere Pub. Co.

4. R.J.Adrian, 1986, Multi - point optical Measurements of Simultaneous Vectors in Unsteady Flow - a Review, Int. J. Heat & Fluid Flow, Vol.7 No.2, pp.127 - 145.
5. L.Hesselink, 1988, Digital Image Processing in Flow Visualization, Annu. Rev. Fluid Mech. Vol. 20, pp.421 - 485.
6. T.D.Dudderar, R.Meynart & P.G.Simpkins, 1988, Full - Field Metrology for Fluid Velocity Measurement, Optics and Lasers Eng. Vol. 9, pp.163 - 199.
7. 이영호, 최장운, 1996, PIV의 분류 및 원리, 대한기계학회지 제36권 제12호, pp.1146 - 1162.

저 자 소 개



이영호(李英浩)

1957년 2월생. 1980년 한국해양대학교 기관공학과 졸업. 1982년 한국해양대학교 대학원 석사과정 수료. 1989년 동경대학 기계공학과 박사과정 수료. 1980년-현재 한국해양대학교 조교, 전강, 조교수, 부교수 (기계공학부)



최장운(崔璋雲)

1965년 12월생. 1965년 한국해양대학교 기계공학과 졸업. 1995년 한국해양대학교 대학원 기계공학과 석사과정수료. 1995년-현재 (주) 아이아이티 선임연구원.



서민식(徐民植)

1971년 5월생. 1994년 한국해양대학교 기관시스템공학과 졸업. 1998년 한국해양대학교 대학원 기관공학과 석사과정 수료. 1998년-현재 한국해양대학교 대학원 박사과정 재학중. 1997년-현재 한국해양대학교 승선생활관 사감.