

비전정보와 캐드DB 매칭을 통한 웹 기반 금형 판별 시스템 개발

최진화*, 전병철⁺, 조명우⁺⁺

(논문접수일 2006. 3. 17, 심사완료일 2006. 5. 2)

Development of Web Based Mold Discrimination System using the Matching Process for Vision Information and CAD DB

Jin Hwa Choi*, Byung Cheol Jeon⁺, Myeong Woo Cho⁺⁺

Abstract

The target of this study is development of web based mold discrimination system by matching vision information with CAD database. The use of 2D vision image makes possible speedy mold discrimination from many databases. The image processing such as preprocessing, cleaning is done for obtaining vivid image with object information. The web-based system is a program which runs to exchange messages between a server and a client by making of ActiveX control and the result of mold discrimination is shown on web-browser. For effective feature classification and extraction, signature method is used to make sensible information from 2D data. As a result, the possibility of proposed system is shown as matching feature information from vision image with CAD database samples.

Key Words : Web-based system(웹 기반 시스템), IT(정보기술), Mold discrimination(금형판별), Matching(매칭), 2D vision image(2차원 비전영상), Signature method(시그니처 방법), CAD database(캐드 데이터베이스)

1. 서론

1980년대부터 오늘날에 이르기까지 대다수의 제조업체들은 공정관리의 효율화를 위해 지속적인 노력을 수행해 왔다. 그 노력의 결과로 오늘날 많은 업체에서 IT 기술을 도입하여 생산 정보화 시스템(E-manufacturing)을 구축하게 되었으며

이로 인해 작업자부터 설계자, 공정관리자, 소비자에 이르기까지 다양한 사람들에게 전사적 자원관리(ERP: Enterprise Resource Planning) 개념을 바탕으로 공정의 통합적 관리를 제공해 줄 수 있게 되었다⁽¹⁻³⁾. 그러나 ERP 시스템은 사실상 계획 단계에서 제공되는 관리 시스템이기 때문에 생산현장과의 연계성이 부족하다.

* 인하대학교 차세대 수송기계 부품산학 공동사업단 (wanting@lycos.co.kr)

주소: 402-751 인천시 남구 용현동 253

+ 인하대학교 산업과학기술연구소

++ 인하대학교 기계공학과

따라서 이를 보완하기 위한 시스템으로 통합 생산관리 시스템(MES: Manufacturing Execution System)이 개발, 적용되었으며 이는 생산현장에서 발생하는 모든 생산활동을 모니터링(Monitoring)하고 상위 레벨로의 실시간 정보 제공의 기능을 포함하고 있다⁽⁴⁾.

오늘날 대부분의 자동화된 생산현장에서는 자원할당 및 상태관리(Resource Allocation and Status), 데이터 집계 및 수집(Data Collection/Acquisition), 생산제품 추적 및 이력 관리(Product Tracking and Genealogy) 등의 기능들을 구현하기 위해 기계에 특정 센서를 장착하여 활용하고는 있으나 실질적 생산정보와는 동떨어진 단순한 데이터의 산출 기능만을 사용하는 경우가 대부분이다⁽⁵⁾. 금형 제조업의 경우에는 작업관리자들이 작업장의 특정 CNC 머신에서 가공중인 대상물 정보를 확인하기 위해서 현장 작업자에게 수시로 서류 작업을 요구하거나 현장 방문을 통해 확인하는 방식을 취하고 있다. 이러한 일련의 불합리한 행위들은 작업자의 불만 유발과 제품 생산시간의 지연, 생산품질의 문제로까지 확대되기도 한다. 근래에 바코드(Bar code) 등을 이용한 생산시점(Point of Production) 관리 시스템이 보급 되었지만 이것 역시 제조시스템에 적용하기에는 현장의 작업자에게 부담이 되는 것이 사실이다. 이에 Kazuo Muto⁽⁶⁾가 카메라를 설치하여 생산현장을 관리 감독하는 시스템을 제안하였으나 이는 머신의 가공상태를 보여주지만 할 뿐 가공대상물에 대한 상세 정보를 획득, 전달할 수 없었다. 그 밖에 비전의 3D 정보를 이용한 역공학 시스템이 있지만 웹 기반의 실시간 정보를 처리해야 할 경우 데이터의 양이 너무 많아 적합하지 못하다⁽⁷⁾.

본 연구에서는 Fig. 1에서 나타낸 것처럼 사출금형을 대상

으로 웹 카메라를 이용하여 모니터링뿐만 아니라 금형의 특징형상을 추출한 후 이를 캐드 DB에서 획득한 형상정보와 매칭하는 금형판별 시스템을 개발하였다. 이를 통해 작업자 간의 정보 공유는 물론 상위의 관리체제에서도 효과적인 판단을 내릴 수 있으며 구매자는 웹을 통해 구매한 물품에 대한 정보를 시각적으로 판별할 수 있도록 하였다.

2. 형상 정보 분류와 데이터베이스 구축

2.1 오브젝트의 형상 정보 분류

일반적으로 CAD/CAM모델링 파일로부터 역으로 형상에 대한 정보를 추출하는 방법에는 여러 가지가 있다. 예를 들면 각주형 부품에 대하여 평면도 그래프를 이용한 2차원적인 특징형상의 획득을 시도한 경우가 있으며 스텝(STEP: Standard for the Exchange of Product Model Data) 정보를 이용해서 특징형상, 가공절차, 가공방법, 절삭공구, 가공기술, 형상정보 등을 얻는 방법이 있다. 또한, 2차원의 도면에서 3차원의 특징형상을 인식해 내기위해 패턴 인식을 이용한 경우가 있으며, CAD/CAM 통합시스템을 위해 모델링 파일에서 특징형상을 자동으로 추출하는 방법도 연구되고 있다.

본 연구에서 제안된 시스템은 3차원캐드(UG: Unigraphics)의 모델링 파일을 대상으로 DB를 구축하고, 비전 이미지에서 얻은 형상정보를 DB와 매칭시키는 구조로 구성되어 있다. 비전 이미지는 금형 상부의 이미지를 가리키며 DB구축을 위해서 CAD 데이터 중 평면도를 대상으로 정보를 추출한다. 평면도에서의 각 오브젝트의 형상에 대한 정보는 UG API를 이용하여 추출하며 이를 형상분류의 기준에 따라 DB

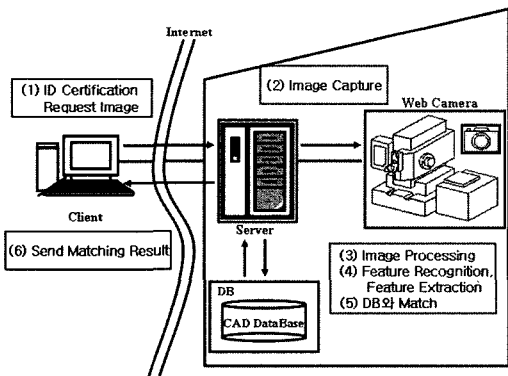


Fig. 1 Proposed web-based matching system

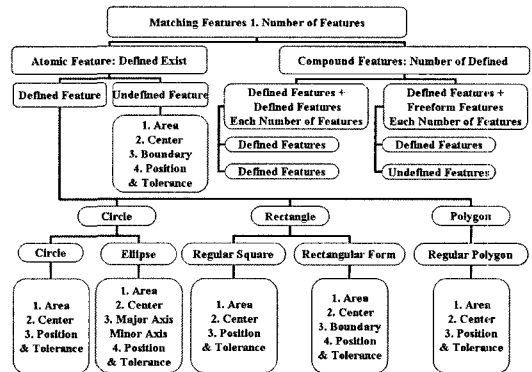


Fig. 2 The matching feature classification

에 저장한다. 형상분류의 기준은 비전 이미지 내에서 기하학적으로 쉽게 정의되면서 CAD 데이터에서도 그 정보를 쉽게 얻을 수 있는 형태이어야 하기 때문에 본 연구에서는 Fig. 2의 다이어그램에 나타난 것처럼 다각도형과 원으로 설정하였다. 각각의 형상들은 서로 같은 형상들 내에서도 쉽게 구별될 수 있도록 도형의 면적과 둘레길이, 중심의 좌표를 특징 정보로 활용하였다.

2.2 데이터베이스 구성

DB는 Fig. 3과 같이 MDB로 구축되었으며, 1개의 Main-DB와 각 금형 개수와 동일한 개수의 Sub-DB로 나뉘어져 있다. Main-DB는 각 금형에 대해 특징형상의 존재여부, 개수가 입력되어 있다. 이 Main-DB는 매칭시 특징형상의 구성이 확연히 다른 금형들을 배제시켜주는 역할을 한다. Sub-DB는 Main-DB의 매칭으로 선택된 금형들을 다시 매칭시키기 위한 각 특징형상의 넓이와 둘레길이, 중심좌표의 구체적 정보로 이루어진다. 이러한 정보들은 비전 이미지에서 얻어진 특징형상 정보들과 SQL언어를 통하여 매칭과정 을 거친다.

3. 웹 기반 금형판별 시스템 구성과 적용

3.1 서버-클라이언트와 소켓 통신

오늘날 인터넷 네트워크에서의 실시간 데이터 송·수신을 위한 다양화된 웹 기술들이 개발되고 있다^(8,9). 본 연구에서는 시스템의 단순화를 위해 간단한 웹 서버(Server)와 클라

이언트(Client) 기반의 시스템을 구성하였으며 원활한 메시지 송·수신을 위해 소켓 통신(Socket Communication)을 구현하였다. Socket Communication은 특성상 한 Client에게 하나의 ID가 제공되며 Client가 ID로 접속한 이후에 원활한 통신이 수행된다. 또한, Server와의 원활하고 빠른 접속을 가능케 하고 효율적인 양방향 통신을 구현하기 위해 VC++로 제작된 ActiveX control을 제작하여 배포하였으며 인터넷 웹 페이지를 통해 Server에 처음 접속하는 Client는 로컬 컴퓨터에서 자동으로 다운로드하여 설치하도록 구성되었다.

본 연구의 구성 시스템에서 Socket 통신은 금형판별 요청시 다음과 같은 세 번의 이벤트를 발생하게 되며 원활한 정보 교환을 수행한다.

첫째로 클라이언트에서 서버의 공작기계에 설치된 웹 카메라의 이미지를 요청한다. 서버에서 요청에 의해 저장된 이미지를 전송해 주면 클라이언트는 그 이미지를 ActiveX로 만들어진 클라이언트 프로그램에 디스플레이하게 된다.

둘째로 클라이언트에 의해 선택(Crop)된 부분의 좌표가 서버로 전송된다. 서버에서는 수신 받은 좌표를 이용하여 웹 카메라의 이미지 중 선택된 부분에서만 Vision System의 이미지 프로세싱 및 특징형상 정보를 얻게 된다. 이 정보를 이용하여 UG-API로 구축되어 있던 DB와 매칭을 수행하며 가장 유사한 금형을 선택하게 된다.

셋째로 서버에서 클라이언트에 매칭의 결과에 의해 선택된 금형에 대한 정보를 전송하게 되면 클라이언트는 그 정보를 디스플레이하고 Socket 통신은 종료된다.

3.2 비전시스템과 형상정보 구성

금형판별을 위한 비전시스템은 Fig. 4와 같이 구성되며 형상정보 획득을 위해 먼저 Preprocessing과 Cleaning 과정을

Object	Circle	Rectangle	Triangle	ETC
20040816_01	1	2	0	0
20040816_02	1	1	0	0
20040816_03	1	1	1	0
20040816_04	1	1	0	0

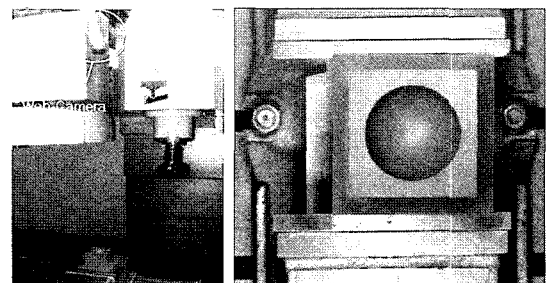
Object	Area	Around	Center_X	Center_Y
circle1	1962.37	157.08	50	45
rectangle1	1200.00	180.00	100	45
rectangle2	2500.00	200.00	155	45

Object	Area	Around	Center_X	Center_Y
circle1	2827.43	188.495552154	60	60
rectangle1	6400	320	60	60

오브젝트	넓이	둘레	중심x	중심y
circle1	31397.90	628.29	150	80
rectangle1	25600.00	640.00	480	80
triangle1	12990.38	519.62	320	300

오브젝트	넓이	둘레	중심x	중심y
circle1	31397.90	628.29	480	80
rectangle1	25600.00	640.00	150	80

Fig. 3 The structure of a database



(a) Initial setting

(b) Captured image

Fig. 4 Vision system setup

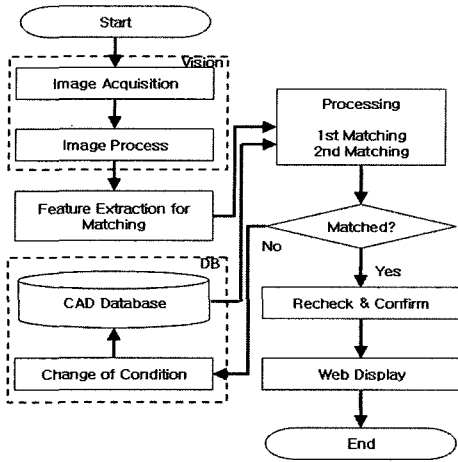


Fig. 5 Flowchart of vision system

거친 영상이미지에 경계검출 알고리즘을 적용하고 세선화 작업을 수행한다. 다음으로 이미지에 일정 길이 이하의 둘레 길이를 갖는 형상을 제외시키는 필터를 사용하여 외곽선만 남기고 그 이미지에서 각 형상들에 대해 무게중심과 경계선까지의 거리를 분석하는 Signature Method를 사용하여 정점의 좌표 및 중심과 둘레의 길이, 면적을 산출한다^(10,11).

Fig. 5는 비전 시스템으로 획득한 이미지 데이터와 DB와의 매칭 프로세스를 나타낸 것으로 이미지 획득과 처리 부분에 있어서 3D 이미지에 비해 적은 양의 계산을 필요로 하는 2D 이미지 정보를 이용하였다. 웹 카메라를 이용하여 획득한 2D 이미지 정보에서는 미리 정해놓은 형상에 대한 필요 정보만을 획득하기 위해 선행처리(Preprocessing) 작업을 수행하였으며 또한, 노이즈(Noise) 없는 깨끗한 이미지 획득을 위해서 클리닝(Cleaning) 작업을 병행하였다.

Preprocessing에는 고주파 필터(Highpass filter)와 블러링 필터(Blurring Filter), 미디언 필터(Median filter), 히스토그램 이퀄라이저(Histogram equalizer) 등과 같은 이미지 프로세싱 기법들이 이용되었으며, cleaning 과정에서는 블러링 필터(Blurring filter), 이진화(Binary processing)의 조합과 팽창(Dilation)과 침식(Erosion) 기법을 조합하여 사용하였다.

추출된 형상 정보들은 구축된 캐드 DB와 1, 2차의 두 단계 매칭 작업에 이용되며 해당 금형 DB만을 선별하고 최종적으로 추출 형상간의 비율을 이용하여 대상 금형임을 확인한다. 이러한 일련의 작업들은 측정대상물의 정확한 치수 인식이 아닌 매칭의 개념을 사용하므로 낮은 정밀도의 형상정

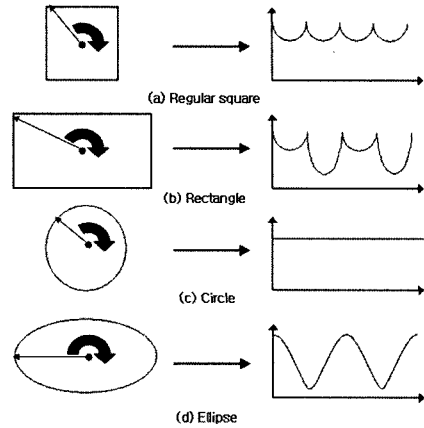


Fig. 6 Graph of signature method

보로도 충분히 원하는 결과를 빠르고 쉽게 얻어낼 수 있는 장점이 있다.

Signature Method는 Chain code와 유사하게 2차원 경계 점들에 대한 정보를 Fig. 6과 같이 1차원 함수로 나타낼 수 있으며 특징형상에 대해서 무게중심으로부터 경계선까지의 거리를 그래프로 표현하는 방법으로서 도형의 특성을 뚜렷이 나타낼 수 있다.

본 논문에서는 앞서 정의한 각 형상들에 대해서 경계선들의 위치를 파악하고, 각도를 θ 값으로, 무게중심에서부터 경계선까지의 거리를 $r(\theta)$ 값으로 하여 2차원 외곽선 정보를 1차원 정보로 표현하였다. 이 정보에서 $r(\theta)$ 의 길이 변화량 $+값에서 -값으로$ 변화하는 곳을 계산하여 정점의 좌표로 나타내며 이런 정점의 개수를 확인함으로써 특징형상의 형태를 쉽게 파악할 수 있다.

3.3 실험결과 분석

제안된 시스템의 검증은 Fig. 7과 같이 먼저 간단한 형상으로 구성된 4개의 시편을 설계하고 제작하였으며 형상인식률을 높이기 위해 조명 및 주변환경이 정립된 후 실시되었다. 이는 조명의 난반사, 절삭유 또는 칩과 같은 이물질 등이 있는 실제 가공공정 환경에서는 인식 가능한 이미지 획득이 어렵기 때문이다. 카메라의 위치에서 확인되는 각 시편의 형상정보는 Fig. 8과 같으며 CAD DB에는 3차원 모델에서 추출된 형상 정보가 저장되어 있다. Fig. 7 (a)와 Fig. 7 (b)의 실제 금형을 대상으로 금형판별 시스템을 적용하였을 경우에 대한 분석은 다음과 같다.

Fig. 7 (a) 금형의 Main-DB와의 매칭은 최외각 사각형을

제외한 원 1개, 사각형 2개와 일치되는 DB를 찾는 것이다. 검색결과 DB1이 검색되었으며, 검색결과가 한 개밖에 없으므로 Sub-DB의 특징형상 정보를 이용해 최종 Recheck과정을 거친다. 이때, 각 오브젝트의 높이와 카메라 높이의 사전 정보가 없는 관계로 정확히 일치하는 값을 얻기가 어렵다. 따라서 본 연구에서는 형상간의 비율을 이용한 방법 즉, 두 개의 오브젝트 사이의 비율을 구하여 근사하게 매칭되는 대상을 확인하는 방법을 사용하였다. Table 1에 나타난 결과에서 Ratio는 형상간의 면적과 둘레길이를 비교하여 백분율로 나타낸 값이며 Recheck(%)는 다시 실험값과 DB값을 비교하여 백분율로 나타낸 값이다. C1&R1에 대한 Recheck 결과는 양호한 편이나, C1&R2와 R1&R2의 Recheck 결과는 110% 이상임을 볼 수 있다. 이것은 높이의 차로 인한 오류 및 인식과정에 있어 조명의 난반사로 인하여 R2의 실제 크기를 작게 인식한 경우로 판단된다.

Fig. 7 (b) 금형의 경우 Main-DB와의 매칭은 먼저 이미지에서 받은 형상정보인 원의 개수 1개, 사각형의 개수 1개와 일치되는 DB를 찾는다. 검색결과, DB2와 DB4가 1차로 매칭되었으며, DB2와 DB4는 Sub-DB 검색의 대상이 된다. DB2와 DB4는 각각 Sub-DB에 자신의 오브젝트 정보를 갖고 있으며 이미지에서 받은 형상정보와 매칭을 수행한다.

이미지에서 얻은 두 오브젝트의 넓이의 비율과 둘레 길이의 비율은 Table 2, 3과 같다. Table 2의 넓이에 대한 산출결과에서 Circle1과 Rect1의 비율이 실험에서는 0.45, DB2는 0.44, DB4는 1.23이 됨을 보여주고 있다. 좀더 확실한 판단을 위해 Ratio의 Ratio 즉, Recheck 값으로 비교해보면

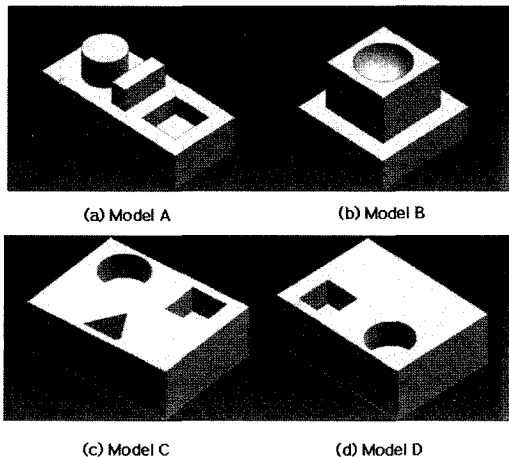


Fig. 7 Mold samples

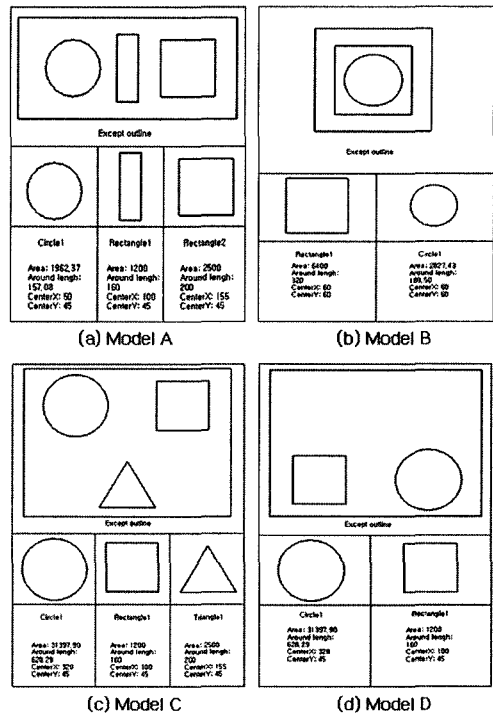


Fig. 8 Classification of feature for matching

Table 1 Recheck result of Fig. 7 (a)

Area	Circle1	Rect1	Rect2	Length	Circle1	Rect1	Rect2
Experiment	8237	5082	9091	Experiment	338.3	326.7	378.5
DB1	1962.37	1200	2500	DB1	157.08	160	200
Area Ratio	C1&R1	C1&R2	R1&R2	Length Ratio	C1&R1	C1&R2	R1&R2
Experiment	1.620819	0.90606	0.555901	Experiment	1.03551	0.89379	0.86314
DB1	1.635308	0.78495	0.48	DB1	0.98175	0.7854	0.8
Recheck(%)	99.11394	115.429	116.429	Recheck(%)	105.476	113.801	107.893

Table 2 Area ratio of Fig. 7 (b)

	Area			
	Circle 1	Rect 1	Ratio	Ratio of Ratio
Experiment	21,996.5	48,709	0.451590055	%
DB2	2,827.43	6,400	0.441785938	102.219201
DB4	31,379.9	25,600	1.226480469	36.81999565

Table 3 Around length ratio of Fig. 7 (b)

	Around Length			
	Circle 1	Rect 1	Ratio	Ratio of Ratio
Experiment	554.6	882.5	0.628441926	%
DB2	188.496	320	0.58905	106.6873655
DB4	628.29	640	0.981703125	64.01547579

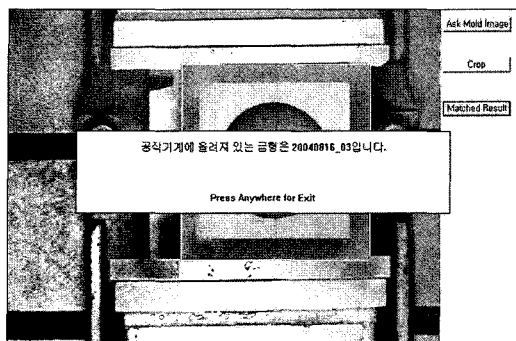


Fig. 9 Result of matching process

102.2% 일치도를 갖는 DB2가 36.8% 일치도를 보인 DB4 보다 일치 가능성이 높다는 것을 알 수 있다. Table 3에 나타난 둘레길이의 경우도 Circle1과 Rect1의 비율이 이미지는 0.63, DB2는 0.59, DB4는 0.98이 됨을 알 수 있다. 마찬가지로 Recheck 값으로 판단하면 64.0% 일치도를 갖는 DB4 보다 106.7% 일치도를 보인 DB2가 일치 가능성이 높다. 결과를 종합해보면 실험값과 DB 값의 비율에서 높은 일치성을 보인 DB2가 매칭 금형임을 판단 할 수 있다.

Fig. 9는 금형판별이 이루어진 후의 클라이언트의 웹 디스플레이 화면으로서 해당 금형의 고유번호를 사용자에게 알려줌으로써 매칭 프로세스를 마치게 된다.

4. 결 론

본 연구는 금형제조업을 대상으로 웹 기반 시스템 구축, 비전 프로세스, 형상정보 추출 및 분류, 데이터베이스 구축, 매칭 알고리즘 등을 적용한 현장 기반의 금형판별 시스템을 구성하였다. 현장에 쉽게 적용 가능하며 자원의 실시간 감시, 추적, 판단 등을 할 수 있는 시스템으로 그 기본 구성은 MES 시스템을 따랐다. 실험을 통해 획득한 구체적인 결과는 다음과 같다.

- (1) CAD데이터로부터 최소한의 금형판별이 가능한 형상과 특징정보를 분류하여 이를 DB로 구축하였으며 비전 이미지에서 얻은 정보와의 효과적 매칭을 통해 웹 기반에서 금형을 판별할 수 있는 시스템을 구축하였다.
- (2) 2D 이미지 정보를 사용함으로써 빠른 정보처리가 가능하기 때문에 웹 기반 시스템으로의 활용가치가 높은 뿐만 아니라 자원에 대한 원격 모니터링과 효율적인 관리

가 가능하다는 장점이 있다.

- (3) 일반적인 생활용기 또는 자동차 금형 등의 대상물에 대해서 카메라의 왜곡이나 금형의 높이차에 대한 고려가 크게 문제되지 않는 범위의 매칭과 비율법이 고려되었으며 샘플을 통한 실험에서 가능성을 보였다.
- (4) 본 연구에서는 사각 형태를 가지는 금형의 외형, 또는 원형의 내부 컷 등 정의된 2차원 형상을 가지는 금형에 대해서만 매칭이 가능하며 그 외의 형상으로만 구성된 경우는 인식이 불가능하기 때문에 이에 대한 추가연구가 필요하다.

후 기

이 논문은 2005년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2005-202-D00046)

참 고 문 헌

- (1) Lee, J., 1998, "Teleservice engineering in manufacturing: challenges and opportunities," *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 38, pp. 901~910.
- (2) Lee, J., 2003, "E-manufacturing-fundamental, tools, and transformation," *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 19, No. 6, pp. 501~507.
- (3) KUNZE, U., 2003, "Condition Telemonitoring And Diagnosis of Power Plants Using Web Technology," *Progress in Nuclear Energy*, Vol. 43, No. 1~4, pp. 129~136.
- (4) Cho, Y. J., Kang, J. J., Heo, Y. M., Cho, M. W. and Shin, B. C., 2003, "Development of the MES Framework for Injection Mold Plant," *KSPE Conference*, Vol. 3, No. 1, pp. 1239~1242.
- (5) Kim, G. H., Choi, J. H., Jeon, B. C. and Cho, M. W., 2004, "Development of Web-based Mold Manufacturing Process Monitoring & Control System using G-code Control," *KSPE Conference*, pp. 269~272.
- (6) Muto, K., 2003, "Advanced technology for manufacturing engineering development: XML technology on a system that enables user to view required information from the work shop through a web browser," *JSAE*, Vol. 24, No. 3, pp. 303~312.

- (7) Kim, J. K., Yoon, G. S., Choi, J. H., Kim, D. W., Cho, M. W. and Park, K. M., 2003, "Automatic Recognition of In-Process Mold Dies Based on Reverse Engineering Technology," *KSMTE Conference*, Vol. 3, No. 1, pp. 420~425.
- (8) Park, H. S., Jung, M. S. and Kim, B. S., 2001, "Architecture of Web-Based Real-Time Monitoring System," *Journal of Control, Automation and Systems Engineering*, Vol. 7, No. 7, pp. 632~639.
- (9) Kim, D. H., Kim, S. H., Han, K. S. and Kim, J. H., 2001, "A Study on Web based Monitoring System of Machine Tool," *KSPE Conference*, Vol. 1, No. 1, pp. 60~63.
- (10) Cho, S. H. and An, J. K., 2000, "A Basic Study on the Recognition of Diagram using Image Processing," *A Summary Book of Science and Technology*, 1'st Edition. pp. 39~54.
- (11) Jun, Y. T. and Park, S. H., 2000, "Geometric Feature Recognition Directly from Scanned Points using Artificial Neural Networks," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 17, No. 6, pp. 176~184.