
Embedded Platform 기반 Vision Box 설계 및 구현

김판규* · 이종혁*

Design and Implementation of Vision Box Based on Embedded Platform

Pan-kyu Kim* · Jong-hyeok Lee*

이 논문은 2005학년도 경성대학교 학술지원연구비에 의하여 연구되었음

요 약

본 연구의 목적은 카메라를 통하여 획득한 이미지 정보를 캡쳐 후, 이를 분석하여 물체의 동작을 인식하는 Vision Box를 설계하는데 목적이 있다. 본 연구는 고객 즉, 사용자의 요구조건을 최대한 반영하여 구현하고자 하였다. 구현하고자 하는 Vision Box 시스템은 특별한 외부의 부가적인 센서를 사용하지 않고 카메라를 통하여 들어오는 화상 정보만을 분석하여 물체를 식별할 수 있도록 하였다. 그리고 PLC와의 통신과 원격지에서 Vision Box를 제어할 수 있는 방법도 지원할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 제안한 Vision Box의 성능을 자동차의 차종분류를 통한 성능분석 결과 최적화 된 환경조건에서는 100%의 차종별 인식률을 보였으며, 조명 및 잡음과 회전의 작은 변화에 따른 테스트에서 차종인식은 가능하였으나, 패턴점수가 낮아졌다. 따라서 제안한 Vision Box 시스템이 다양한 산업분야에 적용될 수 있을 것이라 생각된다.

ABSTRACT

Vision system is an object recognition system analyzing image information captured through camera. Vision system can be applied to various fields, and vehicle recognition is one of them. There have been many proposals about algorithm of vehicle recognition. But have complex calculation processing. So they need long processing time and sometimes they make problems.

In this research, we suggested vehicle type recognition system using vision bpx based on embedded platform. As a result of testing this system achieves 100% rate of recognition at the optimal condition. But when condition is changed by lighting, noise and angle, rate of recognition is decreased as pattern score is lowered and recognition speed is slowed.

키워드

임베디드 시스템, 비전시스템, 시스템설계, 차종분류

I. 서 론

영상처리는 영상을 입력으로 받아 처리한 다음 처리 결과를 영상으로 출력하는 것을 일컫는데 반하여 컴퓨-

터 비전(Computer Vision) 또는 머신 비전(Machine Vision)은 여러 매체중에서 카메라를 이용하여 2차원의 위치 데이터를 입력 받아 처리한 다음 처리결과를 명령 데이터로 출력하는 시스템을 말하는 것으로, 물체를 인

식하거나 분류, 또는 검사해 주는 자동화 장치로써 최근 들어서 많이 이용되고 있다.[1],[2]

비전 시스템의 응용은 산업분야에서는 문자인식, 제품분류, 방향 및 각도 측정, 치수측정, 조립 및 가공 상태 검사, 그리고 결합 및 이물질 검사 등에 사용되고 있다.[3] 또, 의료분야에서 수술시 일어날 수 있는 상황을 컴퓨터를 통해 사전에 검토할 수 있도록 지원할 수 있는 영상유도수술 시스템이 최근 활발히 연구되고 있으며,[4] 그리고 과일의 등급을 선별하는데 비전 시스템을 사용하고 있다.[5]

또, 제한된 인력으로 열악한 교통 관리체계를 극복하고자 하는 노력의 일환으로 자동차의 자동인식 시스템의 개발에 비전 시스템을 이용하였다. 자동차의 종류를 구별해내고 문자인식을 통해 자동차를 인식하는 연구는 교통단속은 물론 교통량 조사, 도난 차량의 검거, 출입 차량의 통제, 주차 시설 관리 등의 다양한 분야에서 효과적으로 이용할 수 있으므로 지금까지 많은 연구가 이루어져 왔다.[6]~[8] 그러나 이러한 연구들은 대부분 차량의 분류에 국한되었으며, 계산이 복잡하고 메모리의 비중이 커지고 처리시간이 많이 소요되는 문제점이 있었다. 김판규 등은 이미지 처리를 위한 Vision Box의 설계를 제시하였고 자동차 엔진검사를 통하여 이의 탄성을 검증하였다.[9]

본 논문에서는 다양한 분야에서 사용되어질 수 있는 Vision Box를 설계하고, Easy Access solution을 이용하여 여러 차종이 혼류하고 있는 승용차 생산공장에서 차종 인식에 적용할 수 있는 방안을 모색하고자 한다. 그리고 조명과 잡음 등의 환경변화와 차종변화에 따른 차종인식 평가를 통하여 시스템의 성능을 분석하고자 한다.

II. 설계

2.1. 고객의 요구조건

설계해야 할 시스템은 비전의 기준이 되는 시스템으로서 카메라로부터 들어온 화상정보를 인식, 분석하여 소프트웨어처리 및 입출력 보드제어 등 전체 시스템을 총괄 제어한다.

설계해야 할 시스템을 고객의 요구조건에 맞게 설계하기 위해서는 메인보드 및 기타부품 등의 성능, 운영체제, 카메라, 모니터링, PLC(Programmable Logic Control)

와의 통신, Frame Grabber, 끝으로 작업환경에 맞는 케이스 및 전원부를 고려하여 설계를 해야 한다.

첫째, 작업환경 및 동작조건에 가장 적합하고 효율적인 메인보드 및 기타 부품 등을 선택하여 사용해야 하며, 이렇게 구성된 시스템은 성능에 따라서 속도에 민감한 영향을 줄 수 있다. 둘째, 시스템 내 사용될 운영체제는 안정적이고 풍부한 기능의 커넥티드 디바이스를 신속히 개발 가능하고, 운영체제 자체가 가볍고, 저렴한 운영체제를 선택하여야 한다. 셋째, 카메라 선택 시에는 잡음이 적고, 화질의 표현이 우수하며, 섬세한 표현이 가능하고, 소형화, 경량화가 가능한 카메라를 선택한다. 넷째, 모니터링은 작업환경을 고려 TCP/IP 통신을 이용한 별도의 클라이언트 컴퓨터에서 표시될 수 있도록 설계한다. 다섯째, PLC와의 디지털 입출력, 직렬통신. 그리고 TCP/IP 통신이 가능하도록 설계하도록 한다. 여섯째, Frame Grabber는 카메라와의 호환성이 높아야 하며, 깨끗하고 정밀한 영상과 이미지 분석 시 정확한 데이터를 가져다 줄 수 있는 제품을 선택하여 장착해야만 한다. 끝으로, 작업환경이 공장 내에서 운영되는 시스템으로 설계할 것이므로, 잡음, 먼지 그리고 불안정적인 전기 공급에 강한 시스템을 설계하여야 할 것이다.

2.2. 개념 설계

고객의 요구조건을 만족하는 Vision Box의 개념도를 그리면 아래와 같다.

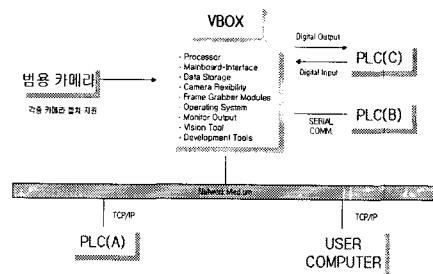


그림 1. 전체시스템의 개념도

임베디드 플랫폼을 기반으로 하는 Vision Box의 설계 최종목표는 웹캠을 통해 정보를 캡쳐, 분석하여 물체의 동작을 인식하는 것이다.

일단 이 시스템에서 가장 우선시 되어야 할 문제는 움직이는 물체의 센싱 방식이다. 특별한 외부의 부가적인 센서를 사용하지 않고 카메라를 통하여 들어오는 화상 정보만을

분석하여 물체를 식별할 수 있도록 설계할 것이다.[10], [11] 설계하고자 하는 Vision Box의 중요한 요소 중의 하나인 카메라는 CCD(Charge Coupled Device) 카메라를 사용한다. CCD 카메라는 선명하고 깨끗한 화질을 낼 수 있는 장점이 있다.

CCD 카메라를 통하여 들어온 정보는 Grabber에 의해 컴퓨터가 인식 할 수 있는 신호로 변환하여 주는 기능을 한다. 카메라의 종류 및 사양에 따라서 모델 선택이 틀려지며 DSP 칩이 내장된 고기능, 고속의 모델도 있다.

Vision Box가 설치되어서 운영되는 환경이 먼지 및 노이즈가 많은 공장 내 환경이므로 밀폐형 케이스를 사용하고, 지속적이고 안정된 전원공급을 위하여 외장형 직류전원을 사용한다.

카메라를 통하여 들어온 화상정보를 분석하고 식별하기 위한 프로그램은 E-Vision Tool과[12] Visual .Net을 이용하여 동작인식을 위한 소스를 프로그래밍 한다.

Vision Box에 사용될 운영체제는 안정적이고 풍부한 기능의 커넥티드 디바이스를 신속히 개발 가능하고, 임베디드 개발자가 사용자 정의된 임베디드 디바이스에서 필요로 하는 풍부한 기능만을 개별적으로 선택할 수 있는 Microsoft사의 윈도우즈 임베디드 XP 운영체제를 사용한다. 윈도우즈 임베디드 XP는 운영체제 자체가 가볍고, 가격 면에서도 저렴한 장점을 지닌다.

고객의 요구조건에 부합하기 위해 PLC와 디지털 입출력, 직렬통신과 TCP/IP를 통해서 통신이 가능하도록 한다.

그리고, 별도의 클라이언트 컴퓨터를 통해서 사용자가 모니터링 할 수 있도록 한다.

2.3. 상세 설계

1) 운영체제 - 윈도우즈 임베디드 XP

데스크탑 컴퓨터 운영체제인 윈도우즈 XP Professional 기능을 요소화 하여 내장형 시스템에 사용할 수 있도록 만든 임베디드 버전으로, 특징은 유연한 부팅, 스토리지 · 네트워크 옵션 등 최신 임베디드 기술도 포함한다. 윈도우즈 임베디드 XP는 윈도우즈 XP Professional과 동일한 바이너리를 토대로 하고 있다. 또한 개발자는 응용을 개발할 때 데스크탑에서 사용하던 Visual Studio.NET을 이용할 수 있다.

2) Frame Grabber

Frame Grabber는 영상입력 장치에서 들어오는 영상 신호를 디지털화 한 후 내장된 메모리에 영상을 기억하

거나 실시간으로 영상을 출력하는 장치이다. 영상의 입출력 기능, 메모리 기능 외에 실시간으로 영상을 처리하기 위한 몇 가지의 기능을 가진 마이크로프로세서를 내재하고 있고 연산기능을 갖추고 있다.

3) 범용 카메라

카메라 선택에 있어서는 무엇보다도 선명한 화질획득이 가능해야 동작인식에 무리가 없다. 고품질, 고화소의 영상정보를 얻을 수 있는 CCD 카메라를 선택한다.

4) Power supply - 12 or 24 VDC, 60watt

일반적인 AC전원을 입력받아 EMI 및 반도체 소자의 스위칭프로세서를 이용하여 전력의 흐름을 제어, 전력을 공급하는 전원공급기(SMPs)로써 고효율, 소형 · 경량에 장점을 갖는 전원이다.

5) 저장매체(Data storage)

저장매체의 용량은 고용량일수록 좋으므로 고용량의 HDD를 선택하고, 동작환경 등을 고려할 때 소형화, 경량화된 HDD를 선택하도록 한다.

III. Vision Box의 환경설정

Vision Box의 환경설정은 윈도우 XP의 원격 연결 또는 원격 데스크톱 연결을 통해서 할 수 있도록 하였다.

3.1. 윈도우 XP의 원격 연결

원격지원(MSN 메신저)은 컴퓨터에 문제가 발생했을 때 필요한 도움을 얻을 수 있는 방법을 제공한다. 원격지원을 사용하는 가장 빠른 방법은 윈도우즈 메신저를 사용한 인스턴트 메시징을 이용하는 것이다. 이 이외에도 전자메일 통한 원격 지원과 저장된 파일 저장을 통한 원격지원 사용이 있다.

3.2. 원격 데스크톱 연결

원격 데스크톱 기능들은 RDP(Remote Desktop Protocol)를 통해 사용된다. RDP는 윈도우즈 터미널이나 기타 윈도우즈 클라이언트들이 윈도우즈 기반 터미널 서버와 통신할 수 있게 해주는 프레젠테이션 프로토콜이다. RDP는 윈도우즈 XP Professional 데스크톱에서 실행되는 윈도우즈 기반 응용 프로그램들에게 네트워크를 통한 원격 디스플레이 및 입력 기능을 제공하기 위해 설계되었다.

IV. 구 현

4.1. Vision Box와 주변장치

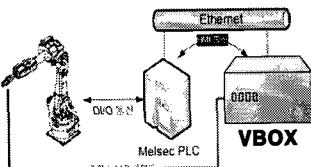


그림 2. VBOX와 주변장치

PLC와의 검사 소프트웨어 간의 통신은 차종코드, 생산코드 송수신, 검사위치 송신, 캡쳐지시 및 검사결과를 송수신하고, PLC와 로봇간의 통신은 검사 위치 ID 송신, 검사위치 도착신호 수신을 한다. 그리고 로봇에 장착된 검사 비전 카메라 신호는 카메라에서 시스템 컴퓨터로 직접 연결된다.

4.2. 영상구현 및 차종학습

1) 실시간 영상 구현

카메라에서 입력되는 영상을 프레임 단위로 jpg파일로 저장하고 불러서 Gray Level로 변환하여 보여주는 것을 그림 3에 나타내었다.

```

private Sub ezVidCap1_FrameCallback(ByVal lpVHdr As Long)
If SaveSeq = True Then
    ezVidCap1.SaveDIB "c:\buf1.jpg"
    SaveSeq = False
    If Dir("c:\buf2.jpg") <> "" Then
        EC24Image1.Load "c:\buf2.jpg"
    End If
Else
    ezVidCap1.SaveDIB "C:\buf2.jpg"
    SaveSeq = True
    If Dir("c:\buf1.jpg") <> "" Then
        EC24Image1.Load "c:\buf1.jpg"
    End If
End If
'저장된 jpg 파일을 GrayLevel로 변환 한다.
EasyMain1.Convert EC24Image1.object, EBW8Image1.object
EBW8Image1.Refresh
End Sub
  
```

그림 3. 이미지 저장과 Gray Level로 변환

2) 관심영역 지정

EasyFind는 ROI(Region Of Interest) 초기 설정이 매우

중요하다. 차종인식을 위해 차량 정면에 카메라가 있을 경우, ROI로 설정할 수 있는 부분은 좌·우 전조등, 중앙부의 라디에이터 그릴, 전면 유리창, 사이드 미러, 그리고 자동차의 앞면차체 등이 있다. 하지만, 전면유리창, 사이드 미러, 자동차의 앞면 차체부분은 관심영역으로 지정하기에 부적합하다. 전면유리창의 경우 대조되는 특징이 부족하며, 사이드 미러는 일반적으로 자동차별로 공통된 형태를 가지고 있으므로 부적합하다. 그리고 자동차의 앞면 차체를 관심영역으로 지정할 경우, Don't Care Areas의 비중이 너무 커지므로 부적합하다. 그러므로 차종별로 전체적인 이미지를 결정하는 중요한 요소인 프론트 마스크에서 3개의 관심영역, 즉 차량 전면부의 좌·우 전조등과 중앙부의 라디에이터 그릴을 관심영역으로 지정하여 학습시켰다.

이미지 높이와 넓이의 1/4 되는 지점을 중점으로 하여, 넓이와 높이의 1/2 이 되는 영역을 ROI의 초기 영역으로 지정하며 이를 그림 4에 나타내었다.

```

' 패턴영역의 초기이미지 설정
EBW8ROI1.ParentImage=EBW8Image1.object
' 패턴영역을 컨트롤하는 헨들 설정
EBW8ROI1.DrawFrame eFrameOn, True
' 패턴영역의 라인 컬러 설정
EBW8ROI1.DrawColor = vbRed
' 초기패턴의 중점과 영역의 크기 설정
EBW8ROI1.ROIOrgX=EBW8Image1.ImageWidth/4
EBW8ROI1.ROIOrgY=EBW8Image1.ImageHeight/4
EBW8ROI1.ROIWidth=EBW8Image1.ImageWidth/2
EBW8ROI1.ROIHeight=EBW8Image1.ImageHeight/2
  
```

그림 4. ROI 초기값 지정

4.3. 차종인식

저장된 패턴 이미지를 불러서 입력받은 영상의 대상을 찾는데 필요한 파라미터를 설정하고 대상을 인식한다. 패턴인식 과정을 거치면 패턴 인식 점수가 저장된다. 저장된 패턴에서 거리 값과 입력받은 영상의 거리 값 차이의 절대값을 구하여 Area Threshold보다 작으면 인식 점수를 저장한다. 설정에 있는 Find Score 값을 불러와서 인식 값이 더 크면 각 인식 지점에 표시된다.

패턴과 좌표를 파일로부터 읽어서 현재 입력되는 이미지와 비교를 수행하는 알고리즘을 그림 5에 나타내었다. 단, 비교를 할 때에는 패턴에 오차정도를 지정한다.

4.4. 평가

1) 차종변화에 따른 차종인식 평가

자동차 생산 공장에서는 기종이 완전히 다른 것 혹은 기종은 같지만 문의 개수가 다른 것 등을 포함하여 보통 3종에서 4종정도가 혼류하고 있다. 따라서 본 실험에서는 차종수(승용차 기준)를 5로 하였다.

```
'패턴영역을 저장한 JPEG 파일을 불러오기
EBW8Image2.Load "패턴 지정한 파일명"
EFind1.MinScore=0.5 '최저점수를 설정
EFind1.AngleTolerance=90 '최대 허용 각도를 설정
EFind1.ScaleTolerance=0.25 '최대 크기변화 설정
EFind1.MaxFeaturePoints=2000 '최대
EFind1.ContrastMode=eFindContrastNormal'대비모드 설정
EFind1.FeatureSelection=eFindNatural '비교모드 설정
EFind1.Learn EBW8Image2.object '불러온 패턴을 학습
EFind1.DrawColor=vbGreen'찾은 패턴 표시색 설정
EFind1.Find EBW8Image5.object '패턴의 탐색'
```

그림 5. 저장된 파일과 현재 이미지와의 비교

각 차종별로 인식테스트 결과 중 일부를 그림 6에 나타내었다. 각 차종별 평균 패턴 점수가 93~96점의 분포를 보여 인식률이 매우 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

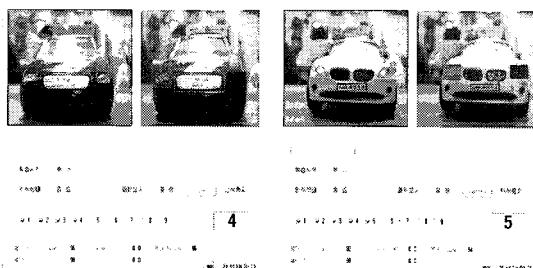


그림 6. 차종별 인식테스트 결과

표 1. 차종별 처리시간

단위: [ms]

차종	패턴점수	최소처리 시간	최대처리 시간	평균처리 시간
1	90이상	42	94	71
2	90이상	18	65	42
3	90이상	20	69	46
4	90이상	28	76	50
5	90이상	32	82	57

각 차종별 분류 실험은 20회로 하였다. 한 프레임의 이미지를 처리하는데 걸리는 평균시간은 71[ms] 미만이었으며, 최대 처리시간은 94[ms]이었다. 이는 공장에서 요구하는 최소 인식처리시간인 0.5초보다 충분히 적음을 알 수 있었다.

2) 환경변화에 따른 차종인식 평가

그림 7은 각 차종별로 야간과 비슷한 환경을 조성하기 위해 조명을 어둡게 하여 테스트하였다. 그 결과, 패턴점수가 약 10점 가량 떨어지긴 했지만, 차량인식에 문제가 없음을 알 수 있었다.

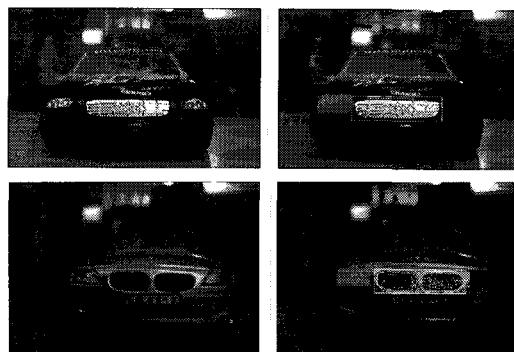


그림 7. 조명변화에 대한 인식 테스트 결과

캡쳐한 이미지에 대한 잡음과 잡음에 대한 명암은 예측할 수 없는 방법으로 픽셀 값을 변화할 수 있다. 이러한 잡음에 대한 인식테스트 결과, 그림 8에서 보듯이 관심영역 안에 이물질과 같은 잡음에 대해서도 차종인식이 가능한 것을 알 수 있었다. 단, 잡음의 범위가 관심영역보다 클 경우에는 인식이 불가능하였다.

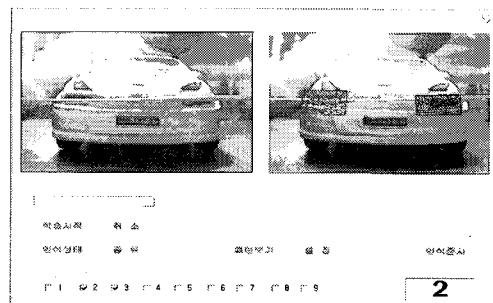


그림 8. 잡음에 대한 인식 테스트 결과

그림 9는 회전각 변화에 대한 차종인식에 대한 평가를 위해 관심영역을 지정한 후, 회전각 변화에 인식이 가능하도록 환경설정에서 허용 한계치를 입력하여, 테스트를 진행하였다. 그 결과 회전각이 15°이상이 되었을 때, 패턴점수가 낮아지고 인식률이 평균 82%이하로 떨어졌다. 그리고 인식속도가 현저히 느려지는 것을 알 수 있었다.

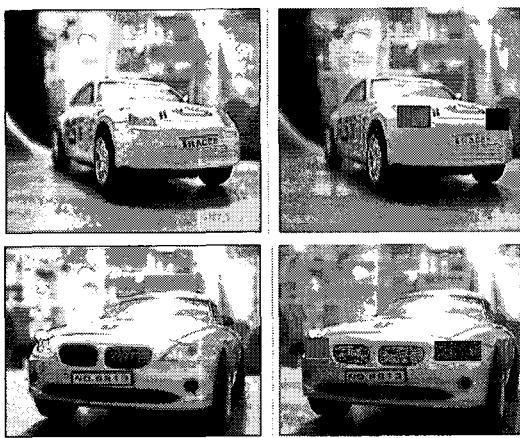


그림 9. 회전각 변화에 따른 인식테스트 결과

IV. 결 론

비전 시스템은 기존의 육안 감시가 필요한 모든 분야에 적용될 수 있고, 자동차의 인식과 관련된 자동차의 자동인식 시스템의 개발에도 비전 시스템을 사용하고 있다. 그러나 자동차 인식과 관련된 많은 기존의 알고리즘이 제안되었지만, 처리과정이 복잡하거나 입력된 영상에 많은 처리로 인하여 실용화에 문제가 있어왔다.

본 연구에서는 임베디드 플랫폼을 기반으로 하는 Vision Box를 설계하였으며, 차종인식을 위해서 CCD 카메라와 캡쳐보드를 통해 입력받은 영상을 캡쳐하고, Easy Access solution을 이용하여 그 영상정보에서 관심영역을 저장 후, 저장된 관심영역 이미지를 불러서 입력받은 영상의 대상을 찾아 차종을 분류하는 방법을 제안하였다.

설계한 Vision Box를 차종분류 시스템에 적용하여 성능을 분석하였다. 성능분석 결과 최적화 된 환경조건에서는 100%의 차종별 인식률을 보였으며, 조명 및 잡음

과 회전각의 작은 변화에 따른 테스트에서 차종인식은 가능하였으나, 패턴점수가 낮아졌다. 회전각이 15°이상 변화에 따른 테스트에서는 인식률이 평균 82%이하로 낮아졌으며, 인식속도가 느려지는 문제점이 발생하였다.

실험결과를 바탕으로 향후 여러 차종이 혼류하고 있는 승용차 생산공장의 차종분류에 직접 적용하여 안전사고를 최소화 하고자 한다.

참고문헌

- [1] 박화규, 채규열, 구한서, 이윤석, 정창성, “마킹과 품질검사의 동시 처리 비전 시스템의 개발”, 한국정보과학회지, 28권 2호, pp.397~399, 2001.
- [2] 왕지남, 박창목, 박상민, “Vision System for Inspection a Large Set of Bolts”, 대한산업공학회, 96년도 추계학술대회, 2004.
- [3] 이지영, 이병곤, “Vision Inspections System for Component Array and Wire Bonding”, 충북대학교 산업과학기술연구소, 산업과학기술연구 논문집, 18권, 2004.
- [4] 정재하, “영상 유도수술을 위한 실시간 증강현실 시스템”, 한양대학교 전파공학과, 2004.
- [5] 허건수, “비전 시스템(Vision System)”, 정기계저널, 제41권, 5호, pp.16~17, 2001.
- [6] 남기환, 배철수, “자동차 영상에서의 번호판 추출과 문자 인식에 관한 연구”, 한국정보통신연구진흥원, 정보통신기반 신호처리 시스템 설계기술 워크샵, 2002.
- [7] 이우용, “통합 네트워크 환경의 영상기반 차종인식 시스템 구현”, 아주대학교 전자공학과, 2001.
- [8] 이평원, “차량의 종류와 자동차 번호판 인식을 위한 영상처리 알고리즘 개발”, 서울시립대, 2000.
- [9] 김판규, 황태문, 박상수, 이종혁, “Embedded Platform을 기반으로 하는 Vision Box설계”, 한국해양정보통신학회, pp.1103~1106, 2005.
- [10] Euresys eVision 매뉴얼 및 Samples
- [11] 김성진, 권기룡, 이응주, “차량 식별마크와 번호판 인식을 통한 차량인식”, 한국멀티미디어학회, 2006.
- [12] 박강령, “실시간 비전 카메라를 이용한 시선 위치 추적 시스템”, 한국정보과학회, 논문지 B, 30권 12호, pp.1228~1238, 2003.

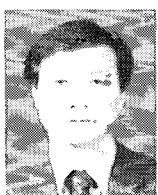
저자소개



김 판 규(Pan-Kyu Kim)

2004년 2월 경성대학교 컴퓨터공학과
(공학사)
2006년 현재 경성대학교 교육대학원
석사과정

※주관심분야 : e-러닝, 멀티미디어 컨텐츠, 영상처리



이 종 혁(Jong-Hyeok Lee)

1975년 부산대학교 전자공학과 학사
1980년 부산대학교 전자공학과 석사
1991년 부산대학교 전자공학과 박사

1990년 ~ 현재 경성대학교 컴퓨터공학과 교수
1998년 7월 ~ 1999년 6월 미국 Beckman Institute, Univ. of Illinois, 객원연구원

※주관심분야 : 인공지능, 음성인식, 신호처리