

컴퓨터 비전 라이브러리 개발 및 응용

공 용 해(孔 容 海), 오 은 숙(吳 銀 淑)

순천향대학교 정보기술공학부

전화 : (0418) 530-1320 / 팩스 : (0418) 530-1494

Development and Application of A Computer Vision Library

Division of Information Technology Engineering

Soonchunhyang University

E-mail : yhkong@asan.sch.ac.kr, magnolia@gwbs.net

Abstract

This study is to construct a general purpose library for a computer vision system development. The library includes many core algorithms required for computer vision systems such as image processing algorithms, feature extracting methods, neural networks and etc. We have experimented the efficiency of the library by building a vehicle plate recognition system and the overall time and effort in development could be reduced to a certain extent.

I. 서론

컴퓨터의 사용자 계층이 전문인에서 일반인으로 전이하게 되어 컴퓨터 기능의 활용을 돕는 인터페이스 기술은 가장 중요한 기술의 하나가 되었다. 인터페이스 기술 발전 목표중의 하나는 사람이 사용하는 체계를 별도의 수정 없이 컴퓨터가 곧바로 이해하는 컴퓨터 비전 시스템이다.

현재의 컴퓨터 비전 시스템은 대상에 대한 포괄적인 인식을 행하는 것이 아니라 대상이 가지는 특징의 일부에 대해 처리를 수행한다. 이는 처리대상을 특징에 따라 작은 부분으로 나본 연구는 1999년 순천향대학교 산학연 컨소시엄 지원에 의해 연구되었음

누어 별도의 컴퓨터 비전 시스템을 구현하고 조율해야 하므로 많은 노력이 필요하다는 것을 의미한다. 선택한 대상에 대해 중심이 되는 특징을 잘 부각시킬 수 있는 전처리 과정의 구성과 이를 통해 부각된 특징을 특성 벡터로 변경하는 과정은 컴퓨터 비전 시스템 제작 시 가장 많은 노력이 들어가는 부분이다. 그러나 각 분야에 적합하게 조율된 서로 다른 컴퓨터 비전 시스템이라도 인간의 시각 모델을 기반으로 제작되었으므로 구조적인 공통점이 존재한다. 그러므로 이 공통 부분을 제작하여 라이브러리로 제공하면 컴퓨터 비전 시스템 구축에 소요되는 노력을 대폭 축소할 수 있다.

본 논문에서는 컴퓨터 비전 시스템의 구성과 실험을 돕는 라이브러리를 설계, 구현하고 이것을 이용해 자동차 번호판 인식 시스템을 구현한다. 이 라이브러리는 영상의 획득, 전처리, 분할, 형태 추출, 인식에 걸쳐 완전한 시스템을 구성할 수 있는 기능을 제공한다. 그리고 플랫폼 의존적인 부분을 제외한 대부분의 코드를 표준 C언어로 제작하여 다양한 실행환경에서 쉽게 원하는 컴퓨터 비전 시스템을 구성할 수 있다.

II. 설계

컴퓨터 비전 시스템 구축에 사용되는 처리 루틴 중 가장 중요한 부분은 전처리, 특징추출, 인식기이다. 전처리 루틴은 기존의 영상처리와 유사하나 적용방법에 차이점이 있다. 기존의 영상처리가 영상조작 또는 함

성을 통해 인간이 영상을 보는데 있어 그 질을 향상시키려는데 있는데 반해, 컴퓨터 비전에 사용되는 루틴은 인식기가 쉽게 대상의 특징을 인식할 수 있도록 가공하는 것을 목표로 제작된다. 특징 추출 단계는 전처리 단계를 통해 가공한 영상을 인식기가 이해할 수 있는 특징 벡터로 변경하는 과정이다. 인식기는 특징 벡터를 입력받아 기존에 학습한 정보를 참조하여 인식결과를 출력한다. 본 라이브러리는 일반적인 컴퓨터 비전 시스템 구축 과정에서 필요한 공통 루틴을 제공하여 제작의 편의성 및 통일성을 얻는 것을 목표로 제작되었다.

1. 시스템 구조

컴퓨터 비전 시스템은 인간의 시각 시스템에 대한 고찰을 바탕으로 구성되었다[1]. 이것은 크게 영상 획득(Image acquisition), 전처리(Preprocessing), 분할(Segmentation), 특징 추출(Feature extract; Representation and description), 인식(Recognition and Interpretation)으로 이루어진다. 이 구조는 대상에 대한 가설(assumption)과 지식(knowledge)을 포함하고 있는 지식 베이스(knowledge base)를 참조해 문제를 해결한다[2].

설계작업은 「분할 : 분해」와 「조립 : 통합」이다. 어떠한 문제해결이라 하더라도 한번에 전체를 취급하는 것보다는 작고, 생각하기 쉬운 크기로 분할하는 것이 좋다[3]. 이에 따라 컴퓨터 비전 시스템의 제작을 지원하고자 제작된 본 라이브러리는 전체 기능을 일반적인 컴퓨터 비전 시스템의 단계를 참조하여 그림 2.1과 같이 5개의 모듈로 분할하였다.

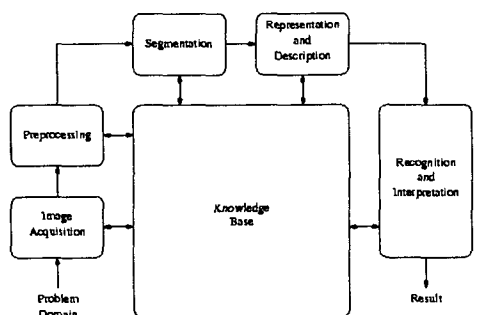


그림 1. 디지털 이미지 프로세싱의 기본 단계

5개의 모듈 중 영상 획득과 영상 처리, 분할 모듈은 주로 하위수준의 함수로 구성되어 있다. 영상 획득 단계는 처리할 대상이 포함된 영상을 입력받는 과정이다. 이 과정의 처리는 컴

퓨터 비전 시스템이 사용되는 상황에 따라 파일에 의한 입력이나 카메라를 통한 직접 입력 등 다양한 방법이 존재한다.

영상 처리 단계는 전처리라 불리며 입력 영상 중 목표로 하는 특징이 부각시키는데 유리하도록 하는 과정이다. 이 단계는 컴퓨터 비전 시스템의 구현에서 가장 다양한 응용을 필요로 하는 단계이기도 하다. 영상 분할은 감지된 영상을 그 영상의 구성 요소나 물체들의 집합으로 분리하는 과정이다. 이 과정은 대상의 공통 특성을 나타내는 화소들의 집단을 만든다 [4].

이 모듈들은 응용 분야에 따라 적합한 처리를 구성하기 위해 많은 의사결정이 필요한 부분이므로 여기에 제공되는 함수들은 각각이 하나의 기능(single task)을 수행하면서 기능 수행 과정에서 다른 함수들과의 상호작용이 최소한이 되도록 하여 강한 응집도(cohesion)를 가지도록 설계하였다.

이와는 반대로 형태 추출과 인식 모듈은 가급적 의사 결정을 축소하도록 구성되어 있다. 형태 추출은 입력된 영상자료에서 주목한 형태를 인식과정이 처리할 수 있는 양적인 값으로 변환한다. 인식 모듈은 형태 추출과정을 통해 입력된 값에 대해 정해진 종류 중 가장 가까운 값을 선택한다. 이 단계들은 컴퓨터 비전 시스템에서 그 난이도가 높은 부분이므로 다른 루틴과의 조합에 따른 유연성을 강조하여 복잡도를 증가시키는 것보다는 준비된 방법론 중 적합한 것을 선택하도록 하였다.

2. 자료형

본 라이브러리에서는 각 단계들을 연결하는 자료형을 제시하여 이것을 사용한 시스템간의 호환성을 유지할 수 있는 방법을 마련하였다.

(1) 영상의 표현 struct image_t

```

unsigned int width;
unsigned int height;
unsigned char *data;
unsigned int bpp;
    
```

내부적으로 영상을 표현할 때 사용하는 형식이다. width와 height는 일반적인 점 단위의 크기를 나타낸다. 실제 영상을 구성하는 자료의 패턴을 나타내는 data는 unsigned char 형식의 포인터이다. 마지막 bpp는 bit per pixel의 약자로 화면상의 한 점이 가지는 색을 표현하기 위해 얼마만큼의 비트를 할당하는가를 나타낸다.

(2) 영역의 표현 struct rect_t

unsigned int top;
unsigned int left;
unsigned int bottom;
unsigned int right;

이 형식은 사각형 영역의 왼쪽 위(top-left)와 오른쪽 아래(right-bottom)을 지정하는 영역 표시를 위한 구조체이다. 본 라이브러리에서는 주로 영상 분할 과정에서 사용된다.

(3) 형태의 표현 struct feature_t

int type;
int Class;
int n_features;
double *feature;

내부적으로 feature extract 과정을 통해 추출된 특징 벡터를 저장하기 위한 형식이다. type은 다수의 feature extract 를 사용했을 때 각 추출기의 형식을 저장한다. Class는 인식 해야 할 각각의 요소를 나타낸다. n_features는 특성 벡터의 개수를 나타내고 feature는 실제 특성 벡터를 저장하는 포인터이다.

(4) 신경 회로망 표현 struct nn_t

int n_i_nodes;
int n_h_nodes;
int n_o_nodes;
double *i_nodes;
double *h_nodes;
double *o_nodes;
double *weight1;
double *weight2;
double *bias2;
double *bias3;

이 구조체는 신경회로망을 표현한다. n_i_nodes, n_h_nodes, n_o_nodes는 각각 입력 노드, 히든 노드, 출력 노드를 나타낸다. 이 3개의 값에 의해 실제로 값을 저장하는 나머지 필드들의 크기가 결정된다. 사용 전 이 값에 의해 나머지 필드들에 메모리가 할당되어야 하며 사용이 끝나면 모든 포인터에 할당된 메모리를 해제해야 한다.

3. 모듈 제작 시 고려사항

영상 획득의 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으나 사용자의 시스템 구성과 설정 상태에 영향을 받지 않는 메모리를 통한 직접 전달과 파일을 통한 입력을 지원한다.

메모리를 통한 전달은 여러 매체를 통해 입력된 영상 정보를 이용하여 image_t 형에 채워 넣는 것으로 이루어진다. 모

든 영상의 획득이 이 방법을 통해 이루어질 수 있으나 실험의 편의를 위해 PCX 파일을 로드하는 기능을 제공한다. 이 파일이 다른 그래픽 형식에 비해 우수한 점은 다음과 같다.

- 구조가 간단하다.
- 모든 형태의 영상을 저장할 수 있다.
- 무손실 압축을 지원한다.

전처리 모듈은 유연한 영상 처리를 위해 이진화, 잡음제거, 기하학적 변환 등 가능한 풍부한 이진 영상 처리 함수를 포함하도록 했다. 여기서 사용되는 처리 함수들은 대부분 하나의 영상을 입력받아 처리 결과로 대치하는 구조로 제작되어 있으므로 처리 전 영상을 유지할 필요가 있다면 처리 함수를 호출하기 전에 복사본을 제작하여야 한다.

형태 추출기는 Mask 특징, 교차거리 특징, 교차 특징, 투영 특징, 망 특징의 다섯 가지형태 추출기를 지원하고 있다. 이 추출기들은 서로간에 의존관계가 없으므로 처리 대상에 따라 적합한 것을 선택하여 사용하여야 한다.

인식기는 신경 회로망을 포함하고 있으며 복수의 인식기를 사용한 복합 인식기에 대한 지원이 포함되어 있다. 하나의 대상에 대해 서로 다른 특징 추출법과 인식기를 사용하여 그들이 일치된 결과를 출력하거나 두 결과 중 신뢰도가 높은 것을 택해 보다 향상된 인식결과를 도출해 낼 수 있도록 설계하였다.

III. 구현

본 라이브러리는 Linux i386 상에서 GCC 2.7.2, Make를 이용해 static library로 처음 구현되었다. 그후 MS-DOS 상의 WatcomC 10 환경으로 포팅 되었으며 최종적으로 Win32 상의 DLL에 대한 지원이 추가되었다. 다양한 플랫폼에서의 사용을 지원하기 위해 전처리기와 Make utility를 이용하여 각 플랫폼에 의존적인 부분에 대해 선택적인 링크를 하도록 구성하여 최소한의 조정으로 어느 플랫폼에서나 라이브러리를 사용할 수 있도록 하였다.

이러한 다중 플랫폼의 지원은 본 라이브러리가 ANSI C의 문법에 따라 코딩되었고 특별한 경우를 제외한 모든 부분에서 OS의 표준안인 POSIX에서 지정하는 시스템 콜을 사용하여 소스 차원의 호환성을 확보하였기 때문이다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 라이브러리 성능 시험을 위해 자동차 번호판

인식 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 자동차 번호판의 영상(그림 2)과 분할 영역(그림 3)을 입력받는다. 그라디언트 히스토그램을 이용하여 이진화하고 blob 알고리즘을 이용하여 노이즈를 제거시킨 후 메디언 필터링을 이용하여 영상을 정제한다(그림 4). 다음으로 최의각선(MBR)을 구해 여백을 제거하고 영상을 일정한 크기로 크기 정규화를 한 후, 영상의 골격만을 남기기 위해 세선화를 적용한다(그림 5). 개별 영상에서 세선화된 영상의 망특징과 원영상의 망특징을 추출한 후, 다수의 역전과 신경 회로망을 이용하여 인식한다(그림 6).



그림 2. 입력 영상



그림 3. 분할 영상



그림 4. 영상 처리 1

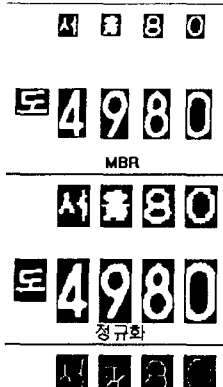


그림 5. 영상 처리 2

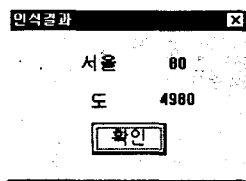


그림 6. 인식 결과

V. 결론

본 논문에서는 컴퓨터 비전 시스템을 수월하게 개발할 수 있도록 컴퓨터 비전 처리에 필수적 요소 기술인 영상 전처리, 특징 추출, 인식 루틴을 선별하여 컴퓨터 비전을 위한 라이브러리를 구축하였다. 또한, 본 라이브러리는 일반적인 컴퓨터 비전 시스템의 구성 흐름에 따라 필요한 알고리즘을 제공하고 각 단계간의 연결을 표준화 된 구조체를 통하도록 하여 각 단계간의 호환성 및 독립성을 보장하도록 하였다. 이와 함께 다양한 플랫폼 상에서 소스 호환성을 가지도록 표준 C를 통해 작성하였으며 Windows 시스템에서는 동적 연결 라이브러리로 제작하여 개발의 편의를 도모하였다.

본 논문에서는 이렇게 구축된 라이브러리를 이용해 자동차 번호판을 인식하는 컴퓨터 비전 시스템을 개발하였다. 자동차 번호판 영상은 매우 다양한 환경과 조건에서 획득되므로 취득되는 번호판 영상은 많은 잡음과 왜곡을 포함한다. 이 영상에서 번호를 추출하는데 적합한 처리 과정을 찾아내기 위해 여러 가지 알고리즘을 적용하는 실험을 수행하였다. 이러한 단계에서 라이브러리의 함수들을 사용하여 손쉽게 적합한 알고리즘과 그 처리 순서를 결정할 수 있었다. 또한 이 함수들의 인터페이스가 통일되어 있으므로 프로그램 변경 또는 보수에도 용이하였다. 결과적으로 번호판 인식 시스템을 제공된 컴퓨터 비전 라이브러리를 이용해 수월하게 개발할 수 있었다.

향후 보완되어야 할 부분은 첫째, 보다 다양한 응용에 적용될 수 있도록 다양한 전처리 기법과 특징 추출 방법의 보충하여야 한다. 둘째, 다양한 신경 회로망 루틴의 모듈화를 통해 쉽게 사용할 수 있도록 하고 다양한 종류의 신경망을 추가하여 대상에 적합한 인식 루틴을 사용할 수 있도록 해야 한다. 셋째, 보다 견고한 메모리 관리 루틴이 필요하다[5]. 넷째, 하위 함수를 묶어 손쉽게 사용할 수 있는 중간 수준의 편의 함수 또는 C++ wrapper를 제공하여 라이브러리 사용을 더욱 쉽게 해야한다.

참고문헌

- [1] 최형일 저, 컴퓨터 비전 입문, 홍릉과학출판사, 1991
- [2] Digital Image Processing, Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Addison-Wesley, 1993
- [3] 송영재 저, C 언어로 구현한 소프트웨어 엔지니어링, 홍릉과학출판사, 1992
- [4] 천인국, 윤영택 편저, 기초편 영상처리, 기한재, 1998
- [5] The Apache Software Foundation, The Apache API, <http://www.apache.org/docs/misc/API.html>