

# 실 시간 처리를 위한 타이어 자동 선별 비전 시스템

박귀태\*, 김진현\*\*, 정승원\*, 송승철\*  
\*고려대학교 전기공학과

## The Automatic Tire Classifying Vision System for Real Time Processing

Gwi-Tae Park\*, Jin-Heon Kim\*\*, Soon-Won Jung\*, Seung-Chul Song\*  
\*Dept. of Electrical Eng. Korea Univ.

### Abstract

The tire manufacturing process demands classification of tire types when the tires are transferred between the inner processess. Though most processes are being well automated, the classification relies greatly upon the visual inspection of humen. This has been an obstacle to the factory automation of tire manufacturing companies.

This paper proposes an effective vision system which can be usefully applied to the tire classification process in real time. The system adopts a parallel architecture using multiple transputers and contains the algorithms of preprocessing for character recognition. The system can be easily expandable to manipulate the large data that can be processed seperately.

### 1. 개요

하나의 타이어가 완성되기 위해서는 수 많은 공정을 거쳐야 한다. [1] 이때 각 공정을 통과할 때마다 일정 기준에 따라 재차 분류하여 다음 공정으로 투입하는 과정이 수차례 반복되는데 현재는 분류 작업을 사람의 육안판별에 의존하고 있어 공장 자동화에 큰 걸림돌이 되고 있다. 이러한 분류 작업을 위해서는 타이어의 지름(내·외경) 및 폭의 크기와 사이드 월 (side wall)에 요철로 각인된 문자와 접지면 (트레드 패턴: thread pattern)의 종류 등이 활용된다. 그중 사이드 월상의 형명 문자는 타이어의 여러 특징을 나타내는 정보를 많이 포함하고 있어 이를 육안에 의지하지 않고 판별해 낸다면 타이어 제조 공정의 자동화에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 이러한 목적을 위해 타이어 상에 인쇄된 문자를 처리하는데 효율적인 비전 시스템을 제안하고 타이어 사이드 월 상의 형명 문자를 인식하는데 효율적인 전처리 알고리즘을 설계하였다. 제안된 비전 시스템은 병렬 처리구조로 설계되어 있어 비단 타이어 자동 선별 뿐만 아니라 대용량의 영상 데이터 처리에도 효율적으로 사용할 수 있다.

### 2. 타이어 자동 선별 시스템의 구조

타이어 자동 선별 시스템은 그림 1 과 같이 한 라인을 따라 뒤섞여 들어오는 N 종류의 타이어를 주어진 기준에 따라 M (M ≤

N)개의 출력 라인으로 내보내는 장치로 기계 및 제어 장치부와 비전 시스템부로 나뉜다. 기계 장치는 타이어를 입·출력하거나 촬영을 위한 동작에 관련된 물리적인 운동을 행하며, 제어 장치는 기계장치를 제어하는 장치로 독립적으로 동작하거나 비전 시스템의 지시 신호에 따라 동작한다. 비전 시스템은 카메라의 영상 출력을 디지털 정보로 변환 저장하여 이에 대하여 인식·판별 알고리즘을 수행하는 컴퓨터 시스템으로 최종 결과에 따른 분류 제어 정보를 제어 장치에 출력하므로써 기계적인 분류 작업을 가능하게 한다.

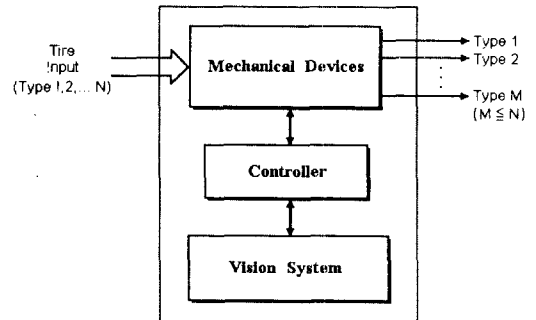


그림 1 타이어 자동 선별 시스템의 구성도

### 3. 비전 시스템의 구조

그림 2 에 본 논문에서 제안하는 비전 시스템의 구조를 보였 다. 카메라에 의해 포착된 타이어 영상은 영상 취득기에 의해 디지털 데이터로 변환되어 고속 병렬 처리기의 전용 비디오 메모리 에 저장된다. 처리기는 중앙 처리 장치의 지령을 받아 자신의 비 디오 메모리 데이터를 처리하여 문자를 판별해 낸다. 판별 결과 에 따라 투입 공정이 결정되면 이를 위한 제어 정보가 중앙 처리 장치에 전달되며 이 데이터는 통신 포트를 통해 기계 장치로 전 달되어 타이어를 해당 공정으로 투입하게 한다. 이때 비전 시스 템의 조작을 위해 사용자 인터페이스로 비디오 모니터, 제어 판넬등이 제공된다. 병렬 처리기는 사용 환경에 따라 설치 댓수를

증감하여 그 성능을 선택적으로 증감할 수 있다.

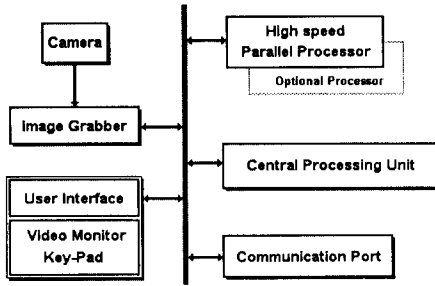


그림 2 비전 시스템부의 구성도

#### 4. 병렬 처리기

만약 지름이 80 cm인 타이어를 한 화면으로 촬영하고 일반적인 해상도인 512 × 480 (가로×세로)으로 이 화면을 처리한다면 행명 문자 하나의 세로 길이가 1 cm일때 문자 하나에 세로로 할당되는 픽셀의 수는 불과 6개에 불과하며 문자와 배경이 확연히 구분되지 않기 때문에 많은 영상 잡음을 포함하고 있어 이를 인식용 데이터로 쓰기에는 곤란하다. 해상도를 증가시킬 경우 영상 잡음은 상대적으로 많이 제거되는데 양질의 데이터를 얻기 위해 타이어를 N개로 분할 촬영하면 처리할 데이터 양이 N배 이상으로 증가하여 처리시간이 과다하게 소요되기 때문에 이를 실시간으로 처리하는 데는 많은 어려움이 따르게 된다.

이에 본 논문에서는 타이어 제조 공정에 실 시간으로 운영할 수 있게 하기 위해 타이어 전면을 분할 촬영하여 각 영상을 취득되는 대로 독립적으로 처리하는 그림 3과 같은 구조의 병렬 처리기를 영상 데이터 처리 장치로 채택한 비전 시스템을 제안하게 되었다. 이때 각 처리기가 처리할 영상은 타이어의 중심점위에서 타이어의 원주를 따라 회전하면서 촬영하여 취득한다.

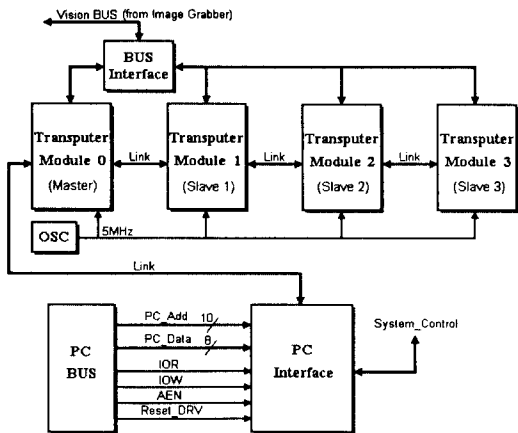


그림 3 고속 병렬 처리기의 구성도

고속 병렬 처리기는 전용 비전 버스를 통해 영상 취득기에서

직접 전송되어온 영상 데이터를 저장 처리하는 장치로 보드당 4개의 트랜스퓨터<sup>[2]</sup>(T800)를 내장하여 4개의 화면을 병렬로 동시에 처리할 수 있다.

T800은 공유 메모리 구조를 갖는 병렬 처리 시스템의 버스 충돌 및 포화 현상을 피할 수 있도록 각각의 전용 메모리를 갖도록 하고 프로세서간 정보 교신을 전용 직렬 링크선으로 구현하는 메시지 패싱 방식의 마이크로프로세서로 부동 소수 연산자와 고속 RAM (4KB)을 내장하고 있어 고속 영상 처리에 필요한 기능을 갖고 있을 뿐만 아니라 하드웨어 구성을 단순히 할 수 있는 여러 장점이 있어 병렬처리 구조의 컴퓨터에 많이 사용되고 있다. 트랜스퓨터를 이용한 병렬 처리 구조는 서로 교신해야 할 정보의 양이 많은 경우 공유 메모리 구조 보다 불리한데 본 연구에서 제안하는 구조는 데이터 양이 많은 영상 데이터는 공유 버스 방식의 전용 비전 버스를 통해 공급하고, 양이 많지 않은 최종 처리 결과만을 각 프로세서간의 전용 링크를 통해 서로 교신하는 구조를 가지므로 매우 효율적이라고 할 수 있다.

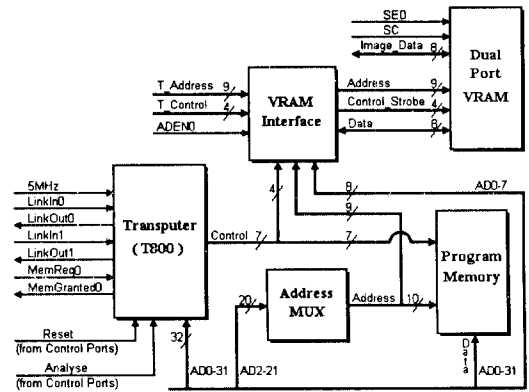


그림 4 하나의 트랜스퓨터 모듈의 구성

각각의 트랜스퓨터 모듈은 그림 4와 같이 한개의 화면을 담을 수 있는 영상 메모리(256 KB)와 프로그램 메모리(4 MB)를 갖추고 있다. 각 영상 메모리는 영상 취득기에서 비전 버스를 통해 영상 데이터를 받을 수 있는 공유 버스구조를 갖고 있어 한 화면의 데이터를 실 시간 (1/30초)으로 전송 받을 수 있다. 일단 영상 데이터를 취득하면 비디오 메모리는 공유 버스 (비전 버스)로부터 차단되어 모듈내의 트랜스퓨터가 액세스할 수 있도록 한다. 프로그램 메모리는 반복 작업을 위한 수행 코드가 저장되는 곳으로 서로 연결된 링크를 통해 각 트랜스퓨터 모듈에 다운 로드 (down load)된다. 또 각각의 인식 작업의 결과도 링크를 통해 마스터 트랜스퓨터로 전달되어 그 곳에서 취합된다. 이때 전달되는 데이터의 양이 많지 않으므로 직렬 교신으로도 충분히 처리가 가능하기 때문에 제안된 구조의 비전 시스템은 H/W를 간단히 할 수 있고 필요에 따라 처리기를 증설하여 성능을 향상시키기 쉬운 장점이 있다. VRAM은 영상 취득기로부터 전송되어 온 영상 데이터가 저장되는 비디오 메모리로 영상 취득 동작의 완료후에는 트

트랜스퍼터가 액세스 할 수 있다. 필요에 따라 VRAM의 내용이 비디오 모니터 화면에 표시될수 있는데 이 때는 트랜스퍼터와 영상 취득기의 스캐닝 카운터가 서로 VRAM을 공유하며 액세스한다. 비디오 메모리는 이중 입출력단을 갖고 있어 이러한 동작을 효율적으로 지원한다.

그림 5에 각 트랜스퍼터 모듈간의 연결도를 보였다. 이중 중앙 처리 장치에 연결된 마스터 트랜스퍼터는 수행할 판별 프로그램 중양 처리 장치에서 전달받아 첫번째 슬레이브 트랜스퍼터로 전달하는 일뿐만 아니라, 각각의 화면에서 인식된 결과를 취합하여 최종적으로 중앙 처리장치에 통보하는 역할을 담당한다. 인터페이스는 트랜스퍼터와 중앙 처리 장치간의 직.병렬 데이터 변환을 행할 뿐만 아니라 인터럽트와 DMA를 지원하여 중앙 처리 장치의 부하를 경감할 수 있다. 처리 능력을 향상 시키고자 할 때는 외부 슬레이브를 모듈 3의 링크에 연결하여 처리기의 수를 늘릴 수 있다.

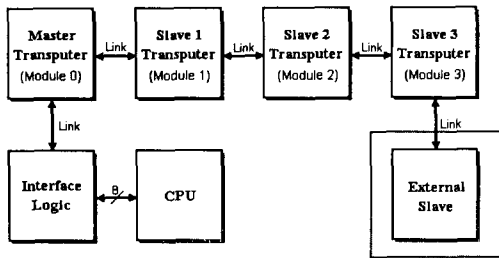


그림 5 모듈 연결도

판별용 수행 프로그램이 완성되면 중앙 처리 장치는 이를 다운로드하고 트랜스퍼터의 요구를 접수하여 서비스해주는 그림 6과 같은 기능의 서버 프로그램이 필요하다. [3] 서버는 수행 코드를 마스터 트랜스퍼터로 로딩시킨후 그것으로부터 어떠한 시스템 서비스 요구가 있을때 그 요구를 분석하여 해당되는 서비스를 대행해 주고 수행 완료 메시지를 내보낸후 다시 계속해서 트랜스퍼터로부터의 메시지를 감시하여 트랜스퍼터의 요구를 접수하여 대행하여 주는 기능을 수행한다. 본 연구에서는 중앙 처리 장치에 의해 영상 취득기가 제어되므로 마스터 트랜스퍼터가 영상 취득기에 대해 행한 요구를 대행해주는 루틴을 설계하였다. 서버 프로그램은 다수의 고속 처리기를 동시에 액세스할 수 없으므로 여러대의 처리기 보드를 함께 사용할 때는 그중 한 보드내의 마스터 트랜스퍼터 모듈만이 서버 프로그램과 통신하게 되며 나머지 트랜스퍼터 모듈은 모두 마스터 모듈에 원하는 서비스를 접수시킨다.

수행할 판별 프로그램은 서버 프로그램을 통해 다수의 슬레이브 트랜스퍼터에 똑같이 로드된다. 마스터 트랜스퍼터는 새로운 타이어가 들어 오면 서버 프로그램에 영상을 취득할 것을 요구한다. 요구를 받은 서버는 영상 취득기에게 화면을 저장할 것을 명령하게 되어 영상 데이터를 전용 비전 버스를 통해 해당 트랜스퍼터 모듈에 있는 영상 메모리에 전송하고 동작이 완료 되었

음을 통보한다. 통보를 받은 마스터 트랜스퍼터는 해당 슬레이브 트랜스퍼터에 인식 작업의 개시를 링크를 통해서 지시한다. 인식 작업 결과 판독된 정보는 마스터 트랜스퍼터에 전송되어 취합된 최종 결과는 중앙 처리 장치에 통보되어 통신 장치를 통해 기계 장치로 전달되게 된다.

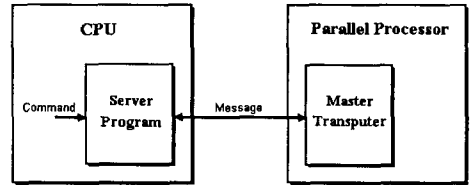


그림 6 고속 처리기와 서버 프로그램

### 5. 영상 취득기

영상 취득기는 입력 영상을 디지털 영상으로 변환하여 각 트랜스퍼터 모듈에 있는 영상 메모리에 저장하는 장치로 그림 7과 같은 구조를 가진다. [4], [5]

제안된 영상 취득기는 512x480의 해상도를 가지며 1/30초에 한 화면을 전송한다. 각 화소는 8비트로 구성되어 256단계의 계조치를 나타낼 수 있다. 운영되는 알고리즘 제작의 편의를 위해 다음과 같은 제어 혹은 영상 처리용 기본 함수를 제공한다.

- init : 영상 취득기를 초기화
- grab : 영상 취득 대기 (동화상을 볼 수 있다.)
- snap : 영상을 비디오 메모리로 취득
- wpixel : 화면 x,y좌표에 계조치값을 기입
- rpixel : 화면 x,y좌표에서 계조치값을 읽어냄
- sclear : 비디오 메모리를 지움 (H/W 로 처리)
- fsel : 화면을 보거나 영상 취득을 위해 화면을 선택
- readim : 화일 영상 데이터를 화면에 디스플레이
- saveim : 취득된 영상을 화일로 기록

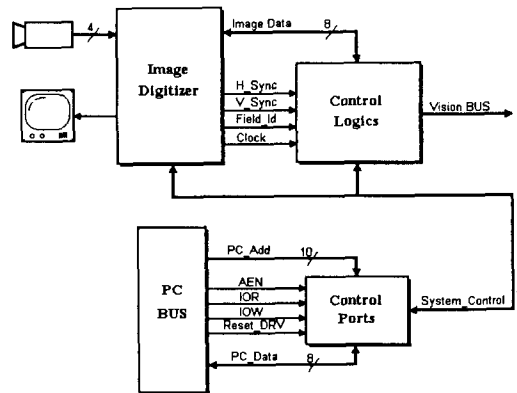


그림 7 영상 취득기의 구조

## 6. 중앙 처리 장치 및 인터페이스

중앙 처리 장치는 영상 데이터 처리이외의 모든 작업을 담당하는 전면 처리기 ( foreground processor )로 고속 처리기로부터 최종 결과를 넘겨 받아 이를 통신 장치로 내보내는 일과 마스터 트랜스퓨터의 시스템 서비스 요구를 접수하여 처리하고 비전 시스템의 사용자 인터페이스를 담당한다. 386 SX 마이크로프로세서와 입·출력을 관장하는 다수의 페리페럴, 백업 기능이 있는 기억 장치등으로 이루어져 있다.

사용자 인터페이스는 비전 시스템을 운영하기 위한 입·출력 장치로 카메라로부터의 출력을 화면에 재생하거나 운전 정보를 표시하는 비디오 모니터와 사용자가 비전 시스템을 조작하기 위한 키패드 입력 장치로 구성된다.

통신 포트는 중앙 처리 장치의 지령에 따라 정보를 외부 기기와 주고 받는 장치로 고속 병렬 처리기로부터 중앙 처리 장치를 거쳐 받은 판별 작업의 최종 결과를 기계 장치의 분류기에 출력하거나 다른 컴퓨터와 연결하여 작업 내용등을 지시하고 처리한 결과등을 수집·관리하는데 사용된다.

## 7. 전처리 알고리즘

판별 작업은 그림 8과 같은 과정을 통하여 이루어 지는데 병렬 처리기 내부의 각각의 처리기에서 이루어진 인식 결과를 마스터 트랜스퓨터가 이를 취합하여 최종 분류 제어 신호를 중앙 처리 장치에 출력하게 되어 있다. 본 논문에서는 이러한 과정 중에서 타이어 문자의 인식에 효율적인 전처리 과정에 대하여 연구하였다.

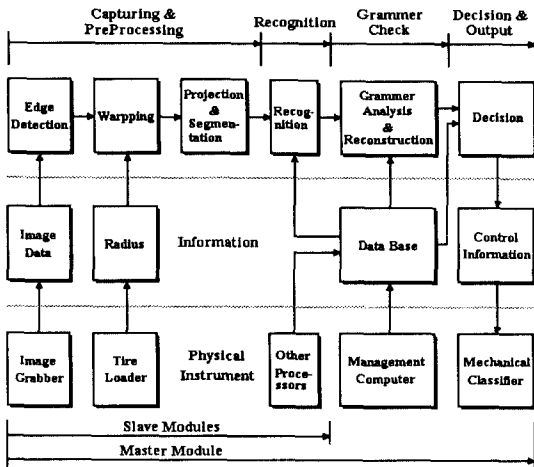


그림 8 인식·판별 과정의 흐름도

영상 취득기를 통해서 입력된 그림 9와 같은 실 영상 데이터는 윤곽선을 찾아내는 알고리즘을 거쳐 이진화 된다. 일반적인 방법으로 Sobel 필터, Roberts 필터등이 있으나 이들 필터들은 그레이 레벨의 변화 지점에서 윤곽선을 검출하므로 타이어처럼 2겹의 선으로 만들어진 영상의 경우 윤곽선이 두꺼워져 서로 맞닿

게 되어 윤곽선이 드러나지 않는 단점이 있다.



그림 9 타이어 영상의 일례

일반적으로 라플라시안 연산자는 윤곽선 검출에 좋은 성능을 나타내나 노이즈에 민감한 것으로 알려져 있다.<sup>[6]</sup> 따라서 가우시안 필터등의 저역 통과 필터를 거친 후 라플라시안 연산자를 취하는 LoG(Laplacian of Gaussian)등을 사용하기도 하나 처리 시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 본 연구에서는 이 문제점을 보완하여 라플라시안 연산을 실행후 양수만을 취하는 방법을 시행하였다. 그림 10에 제안된 라플라시안 연산자만으로 처리한 결과를 보였다. 이는 앞서 살펴본 몇가지 방법들에 비해 글자 모양의 왜곡이 적은 장점을 가지고 있어 적절한 노이즈 제거 처리를 한다면 사용 가능한 방법임을 알 수 있다.

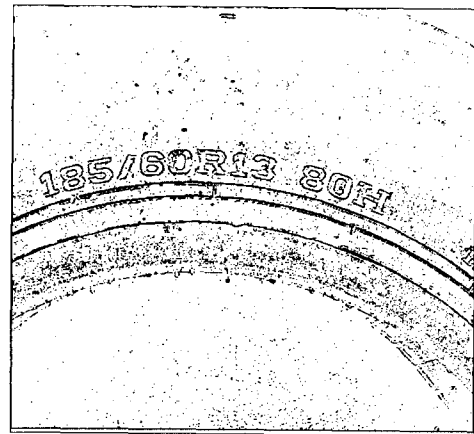


그림 10 라플라시안에 의한 윤곽선 이진 영상

노이즈 제거 방법으로는 그림 11과 같이 폐곡선 경로를 추적해 그 폐곡선상의 점들을 제거하는 알고리즘을 사용하였다. 폐곡선상의 점들의 갯수로 보아 문자로 취급하기에 비교적 작다고 판

단되거나, 타이어상의 줄무늬로 판단되는 부분을 제거한다. 원 화면과 같은 크기의 참조 배열을 사용해 한번 처리된 화소를 다시 처리하는 것을 방지하였다.

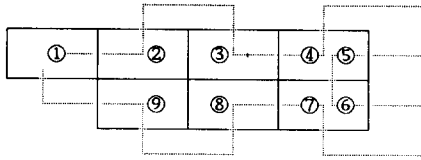


그림 11 패곡선 경로



그림 12 노이즈가 제거된 윤곽선 영상

그림 12에서 보듯 타이어 상의 문자들은 원을 그리면서 배열되어 있기 때문에 문자들을 인식하기 편리하도록 일렬로 늘어놓는 작업이 필요하다. 이를 위해 극 좌표로 표시된 화소의 위치를 직각 좌표로 변환하여 표시하는 방법을 사용하였다. 이 연산을 하기 위해서는 중심 좌표와 반지름에 관한 정보가 필요한데 이는 기계 장치를 통해 확보한다.

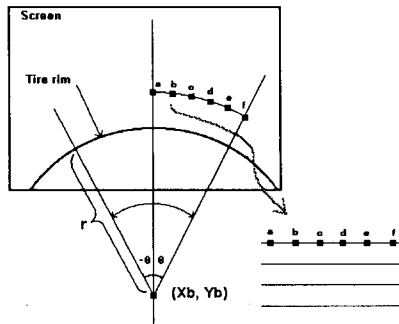


그림 13 문자열을 정렬하기 위한 워핑작업

그림 13은 계산된 워핑 작업으로 극 좌표로 표시된 타이어 상의 화소를 직각 좌표로 변환해 그 좌표에서 한 화소씩을 읽어 직각 좌표 상의 화소로 만들고 있다. y축과 이루는 각  $\theta$ 를 음의 방향과 양의 방향으로 각각 변화시키며 좌표를 계산해야 한다. 또한 화면상의 y좌표는 보통의 직각 좌표계와는 달리 좌측 상단이 원점이고 아래로 내려갈수록 y값이 증가한다. 이들을 고려해

서 아래 식 (1), (2)에 의해 좌표 변환을 실시한다.

$$x' = (r \sin\theta + X_b) * R \quad (1)$$

$$y' = Y_b - r \cos\theta \quad (2)$$

여기서  $x'$ ,  $y'$ 는 반지름 값과 각도 성분을 직각 좌표 상의 성분으로 표현한 것이며,  $X_b$ ,  $Y_b$ 는 중심좌표,  $r$ 는 반지름을 나타낸다. x좌표에 곱해지는 R은 한 화소의 가로와 세로의 비율이다. 다룰때 이를 보정하기 위한 보정 계수이다. 계산 과정에서는  $\theta$ 값을 연속적으로 변화시키며 계산한  $(x', y')$ 의 위치에서 한 점씩 읽어 일직선 상에 재 배열한다. 그림 14는 이러한 과정에 의해 일렬로 배열된 모습을 보이고 있다.

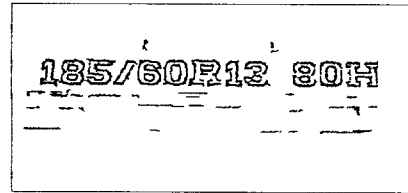


그림 14 일렬로 정렬된 문자열

일렬 정렬이 끝난후 전체 화면에서 문자가 존재하는 위치를 찾아내 그 부분이 인식에 이용될 수 있도록 개별 문자 분리를 시행한다. 본 연구에서는 아래와 같이 각축에 대하여투영법 (projection)을 변형하여 사용하였다.

#### ① Y축상의 투영

문자들이 분포한 Y축상의 위치를 찾는다. 문자열은 임의의 위치에 나타날 수 있으므로 전체 화면을 반으로 분할하여 좌우를 별도로 처리하여 문자열이 한쪽으로 편중되는 현상에 대비한다. X축과 평행한 각 선의 화소의 변화값들을 적분해 배열에 저장하되 한계치 이상의 값이 나오거나 변화량이 너무 작은 경우 노이즈로 판단하고 배열에 저장하는 값을 0으로 한다. 이때 배열 값에 대해 스무딩 (smoothing)을 해 그래프의 모양을 매끈하게 한다. 이 계산은 다음과 같이 식 (3)으로 이루어진다. 이 계산을 일정 횟수 반복한다.

$$P(i) = [p(i-1)+p(i)+p(i+1)]/3 \quad (3)$$

여기서  $i=2,3,\dots, n-1$

이 식에서  $p(i)$ 는  $i$ 번째 라인을 투영한 값이다. 이 방법은 변화량이 전혀 없는 부분이 주위의 변화에 영향을 받게 되므로 적분치가 0에 가까운 값들은 0으로 바꾼 다음 재차 스무딩한다. 접선의 기울기가 -에서 +로 변하는 지점의 부근에서 투영값이 최대 적분치의 일정 수준 이하이면서 가장 작은 부분들을 글자 분리를 위한 마디로 결정한다. 최소값과 같은 값이 연속될 경우 계속 추적해 보아 연속된 값이 끝나는 점에서 투영값이 증가하기 시작하면 같은 값을 갖는 모든 점을 마디로 간주한다. 마디 결정

이 끝나면 각 간격의 크기를 이용해 잡음인지 문자인지를 결정한 후, 가장 넓은 부분을 문자가 있는 부분으로 간주한다. 이 과정에 의한 결과를 그림 15에 보였다.

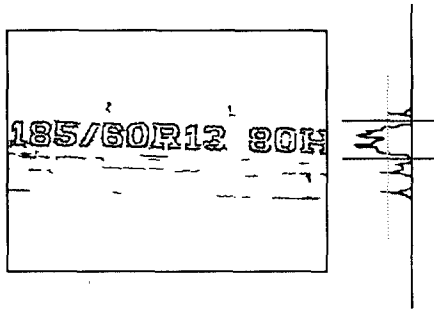


그림 15 Y축상의 투영

② X축상의 프로젝션

Y축 투영을 통해 문자의 Y축 위치를 파악한 후 X축 투영을 통해 각 문자를 분리한다. X축은 화소수가 적기 때문에 Y축과 달리 화소 자체의 값을 적분하는 방법을 취한다.

스무딩 작업 후에는 각 적분치의 값에 일정 가중치를 두어 진폭을 크게 한다. 스무딩을 하면 원래 글자가 없는 마디 부분이 묻혀버려 'H'와 같이 문자중에 화소수가 적은 부분과의 구분이 어려워 지므로 원래 점이 없는 부분을 0으로 재등록 시킨 후 다시 스무딩한다. 이 과정을 반복하면 비교적 작은 화소수로 붙어 있는 문자가 갈라지는 것을 방지할 수 있다. 투영된 그래프에서 접선의 기울기가 -에서 +로 되는 지점 중 최대 적분치의 기준치 이하인 점을 마디로 한다. 그림 16에 X축 상의 투영 사례를 보았다.

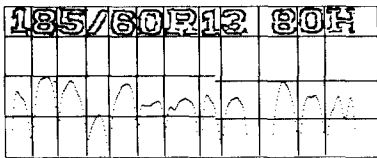


그림 16 X축상의 투영

문자 분리가 끝난 각각의 문자 영상들은 그림 17과 같이 다 시 상하좌우로 부터 여백 부분을 잘라내어 최소 화소수로 정리한다. 점이 한두개 있어도 여백으로 간주하여 제거하고, 가장자리를 추적해 떨어진 점이 있으면 제거한다.

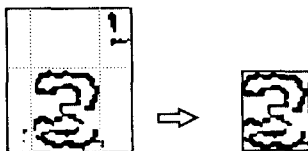


그림 17 여백의 제거

8. 결론

이상으로 타이어 자동 선별 시스템의 구성을 위한 비전 시스템과 인식에 위한 전처리 알고리즘을 소개하였다. 제안된 비전 시스템은 다음과 같은 장점을 가진다.

- ① 각 처리기가 자체의 로우칼 메모리를 갖고 병렬로 처리 작업을 수행하므로 동시에 방대한 양의 데이터를 처리할 수 있다. 제안된 구조의 비전 시스템은 여러개의 화면을 동시에 처리하고자 할때 강점을 발휘할 수 있다.
- ② 공유 버스 구조의 버스를 통해 빠른 속도로 영상 데이터를 유입하여 메시지 패싱 방식의 단점을 극복하였다.
- ③ 처리기의 중감을 통해 쉽게 원하는 성능을 이룰 수 있다.
- ④ 처리기를 증설해도 정보의 교신은 전용선을 통해 이루어 지므로 성능 상승의 포화 현상이 발생하지 않는다.

또한 다음과 같이 제안된 전처리 알고리즘은 타이어의 경우처럼 여러가지로 복합된 문제에 잘 적용되는 것으로 판명되었다.

- ① 라플라시안 필터에서 양의 부호만을 취하여 타이어처럼 2 겹으로 이루어진 문자의 윤곽선 검출시 윤곽선이 확산되는 현상을 방지하였다.
- ② 라플라시안 필터의 노이즈 문제를 화소 추적 방법을 통해 해결하여 처리 속도를 개선하였다.
- ③ 문자 분리를 위해 사용된 투영 기법에 화소의 변화량을 활용하여 노이즈에 대처하였다.

본 논문에서 제안된 비전 시스템과 전처리 알고리즘이 본격적인 타이어 자동 선별기로 활용되기 위해서는 다음과 같은 분야에 좀더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 믿는다.

- ① 전 처리중에서 일부 가능한 것을 H/W 로 실현하거나, 실현가능하게 알고리즘을 단순화 하는 방안
- ② 후 처리 시간의 단축을 위해 처리기를 고급화 하는 방안
- ③ 타이어 상황에 알맞는 효율적인 인식 알고리즘의 개발
- ④ 인식된 문자를 동원 가능한 정보를 이용해 재 구성하는 효율적인 방안

\* 주 : 본 연구는 상공부 시행 '91 년 공업기반 기술 사업의 지원을 받아 시행되었음.

참고 문헌

- [1] 이원호, 타이어의 제조 및 설비, 타이어 고무 '90,3-4 pp.23
- [2] THE TRANSPUTER DATABOOK, Inmos, 1989
- [3] Parallel C User Guide, 3L Ltd, 1988
- [4] 기초부터의 영상신호 처리, 도서출판 세운, 1988
- [5] 영상처리시스템의 기초와 설계.제작, 도서출판 세운, 1986
- [6] Rafael C. Gonzalez & Paul Wintz, Digital Image Processing, Addison Wesley, 1987