

젖소의 개체인식 및 형상 정보화를 위한 컴퓨터 시각  
시스템 개발 ( I )  
- 반문에 의한 개체인식 -

Development of Computer Vision System for Individual  
Recognition and Feature Information of Cow ( I )  
- Individual recognition using the speckle pattern of cow -

이종환  
정회원  
J. W. Lee

**ABSTRACT**

Cow image processing technique would be useful not only for recognizing an individual but also for establishing the image database and analyzing the shape of cows. A cow (Holstein) has usually the unique speckle pattern. In this study, the individual recognition of cow was carried out using the speckle pattern and the content-based image retrieval technique.

Sixty cow images of 16 heads were captured under outdoor illumination, which were complicated images due to shadow, obstacles and walking posture of cow. Sixteen images were selected as the reference image for each cow and 44 query images were used for evaluating the efficiency of individual recognition by matching to each reference image.

Run-lengths and positions of runs across speckle area were calculated from 40 horizontal line profiles for ROI (region of interest) in a cow body image after 3 passes of  $5 \times 5$  median filtering. A similarity measure for recognizing cow individuals was calculated using Euclidean distance of normalized G-frame histogram (GH), normalized speckle run-length (BRL), normalized x and y positions (BRX, BRY) of speckle runs.

This study evaluated the efficiency of individual recognition of cow using Recall(Success rate) and AVRR(Average rank of relevant images). Success rate of individual recognition was 100% when GH, BRL, BRX and BRY were used as image query indices.

It was concluded that the histogram as global property and the information of speckle runs as local properties were good image features for individual recognition and the developed system of individual recognition was reliable.

**Keywords** : Individual recognition, Cow speckle pattern, Line profile, Image retrieval.

## 1. 서 론

농장을 자동화하고 가축을 감시하기 위해서는 개체인식기술이 요구된다. 개체인식방법으로는 가축의 귀 부위에 개체정보가 표시된 플라스틱이나 철로 된 인식표(tag)를 부착하는 방법과 가축의 신체일부에 삽입한 음파발신센서와 음파수신장치를 이용하여 공조주파수에 해당하는 개체를 인식해 내는 방법이 있다. 전자의 방법은 먼지, 이물질, 가축의 표피색 등에 의해 영향을 받으며 파손의 염려가 크다. 특히, 인식표 제작 및 부착, 정보 획득에 많은 노동력이 필요하다. 후자는 비접촉방법으로 근거리에서 통신이 가능한 경우에는 바람직하지만 파손과 오동작, 가축에 악영향을 미칠 염려가 있다.

젓소의 반문(얼룩무늬)이 개체마다 상이하기 때문에 반문특징에 의한 개체인식방법을 모색할 수 있다. 특히, 이 방법은 젓소 영상으로부터 반문특징의 분석에 의한 개체인식 뿐만 아니라 다양한 외형적 특징을 동시에 분석 가능하다는 장점을 가지고 있다. 즉, 인식표 부착방식이나 음파센서를 이용하는 기술은 단순히 개체인식만을 위한 것이 라면 영상장치를 이용하는 방법은 개체인식, 영상 데이터베이스화 및 다양한 형상 정보의 획득이 동시에 가능하다.

가축의 울음소리를 이용한 개체인식과 상태판정에 관한 연구가 있어왔다(Hopp 등, 1998; Xin 등, 1989). 특히, 일본에서는 가축의 울음소리를 이용한 개체인식(Ikeda와 Ishii, 1998; Ikeda와 Shimada, 1991; Kashiwamura와 Yamaoto, 1985)과 함께 우적(牛籍)의 제작과 관련하여 젓소의 반문에 대한 연구를 진행하고 있는 것으로 알려졌다. 국내에서는 Kim(2000)이 배경이 일정한 장소로 젓소를 유인하여 측면과 윗면에서 스테레오 영상을 획득하고 그로부터 젓소의 체중과 체위를 추정하고 개체를 인식하기 위한 연구를 수행하였다. 그는 인공신경망을 적용한 개체인식 알고리즘을 개발하고 10개의 젓소 영상을 대상으로 개체인식률을 분석한 결과 정확한 개체인식이 가능하였다고 보고하였다. 그러나, 배경과 광 조건의 변화에 대한 처리를 능동

적으로 수행할 수 있는 시스템이 보완되어야 한다고 지적하였다.

이 연구는 젓소 영상을 이용한 개체인식 기술을 개발하고 젓소의 형상 정보를 분석하기 위한 컴퓨터 시각 시스템을 개발하기 위한 일련의 연구로서, 젓소에 주는 스트레스(stress)를 최소화하기 위해 젓소가 다니는 통로에 카메라를 설치하였으며, 자연광 상태와 자연스러운 자세에서 획득한 젓소 영상으로부터 반문의 특성을 분석하고 영상검색 기법을 이용하여 개체를 인식하는 방법을 제시하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공시재료

경기도 안성지역에 위치한 2개의 목장에서 사육 중인 젓소(홀스타인)를 대상으로 수일에 걸쳐 영상을 획득하였는데, 광 조건의 인위적인 조절이나 젓소의 출현, 위치 및 자세 등에 대한 개입은 없었다. 또한, 실용적인 개체인식 알고리즘을 개발하기 위해서는 동일한 젓소에 대한 다양한 영상을 이용하는 것이 바람직하므로 이 연구에서는 젓소마다 1~7개의 영상을 수시로 획득하였다.

표 1에 나타난 바와 같이, 대상 젓소의 반문형태는 전체적으로 검정 색을 가진 젓소(A), 검정 색 반문의 영역이 적은 젓소(B)와 많은 젓소(C) 및 점박이 젓소(D) 등이 포함되어 있다. 또한, 16두에 대한 총 60개의 영상을 획득한 후, 16개 영상(개체 당 1개 영상)을 임의로 선정하여 각 개체 젓소를 대표하는 기준영상으로 이용하였으며, 44개 영상은 영상검색 기법에 의한 개체인식 알고리즘의 성능을 평가하는데 사용하였다.

### 나. 실험장치

실험을 위해 구축한 컴퓨터 시각 시스템은 영상 입력부(카메라, 설치대 등), 영상처리부(프레임 그래버) 및 주컴퓨터로 구성된다. 영상입력장치는 색채용 디지털 카메라(DSC-S70, Sony, Japan)를 사

Table 1 Cow types and sample images used for study

Cow number	Type of cow speckle pattern	Number of the relevant images
#109	A	1
#125	A	4
#127	A	4
#135	A	3
#136	A	2
#152	A	3
#105	B	4
#111	B	7
#122	B	4
#110	C	2
#113	C	3
#123	C	3
#124	C	2
#126	C	7
#218	C	5
#119	D	6
Total		60

용하였다. 영상처리용 프레임 그래버(frame grabber)는 Integral Technologies Inc.에서 제작한 Flash-Point 128이었는데, RGB, NTSC 및 S-video 등 다양한 영상신호를 처리할 수 있으며, 24비트 색채의 해상도를 가진다. 색채영상은 1280×960의 크기의 JPEG 파일로 주컴퓨터(Pentium III, 866MHz, 128M RAM)에 전송되어 모니터를 통해 창(window)으로 출력된다.

카메라로부터 영상신호를 외란 없이 프레임 그래버로 전달하기 위해 영상신호 전용 케이블을 사용하였고, 여러 대의 카메라로부터 동시에 영상을 얻을 수 있도록 하기 위해 영상신호 분할용 인터페이스(Image Signal Multiplexor; GCQ-430, Honeywell)를 장착하였다.

각종 프로그램은 윈도우즈 환경에서 작동이 가

능하도록 Visual C++언어를 사용하여 개발하였으며, 영상처리용 소프트웨어로는 Media Cybernetics사의 Image-Pro Plus를 이용하였다.

#### 다. 개체인식 알고리즘 개발

##### (1) 라인 프로파일(Line profile)과 영상처리과정

입력된 영상은 젓소 내부영역과 젓소 외부영역으로 나눌 수 있고, 젓소 내부영역은 다시 젓소의 반문영역과 젓소 내 배경영역으로 구분할 수 있다. 반문영역은 대부분 낮은 화소치를 가지기 때문에 문턱값 설정방법에 의해 젓소 내 배경영역이나 젓소 외부영역과 분리될 수 있을 것으로 판단하여 전역 문턱값이나 지역 문턱값(Local threshold value)을 이용한 영상영역화(Image segmentation)를 시도하였으나 만족할 만한 결과를 얻을 수 없었다. 왜냐하면, 불 균일한 광 조건에서 촬영하였기 때문에 반사도가 높은 반문영역이 산재하였으며 그들에 대한 화소치는 젓소의 몸체에 묻은 이물질(주로 젓소의 복부 아래쪽에 위치하였음.)이나 그림자와 겹치는 분포를 가지기 때문이었다. 또한 젓소 내 배경영역과 젓소 외부영역의 화소치가 서로 겹치는 분포를 나타낸 경우가 많았다.

젓소 반문의 특징으로 반문의 개수, 각 반문의 크기, 형상 및 위치 등을 고려할 수 있다. 그러나, 이들 특징을 추출하기 위한 영상처리과정과 특징 분석 알고리즘이 복잡하기 때문에 보다 간단한 반문특징 인자를 개발하여 개체인식을 위한 영상검색에 이용하는 것이 필요하다. 이 연구에서는 젓소 몸통영역에 분석영역(ROI, Region of interest)을 설정한 후 일정한 간격의 수평선에 대한 화소치 분포를 조사하였다. 각 수평선에 대한 화소치 분포(라인 프로파일)를 이용하면 반문영역과 젓소 내 배경영역에 대한 런-길이(Run-length)와 각 영역의 위치 정보를 용이하게 얻을 수 있는 장점이 있다.

젓소 영상은 색채특성을 거의 가지지 않았기 때문에 3개의 색채 프레임(R, G 및 B) 중 G 프레임을 대상으로 분석하였으며, 구체적인 영상처리과정은 다음과 같다. ① 입력 영상(1280×960)에서 젓소 내부영역이 약 3/4 이상을 차지하는 사각형

창을 지정한다. 일반적으로 카메라 설치가 끝나면 사각형 창 의 위치와 크기는 거의 일정하지만, 경우에 따라서는 실제 젓소 영상의 크기와 위치에 따라 창 의 크기와 위치를 변경할 수 있도록 하였다. ② 사각형 창 의 내부영역에 대해 Median 필터링(5×5, 3 passes)을 수행한다. ③ 사각형 창 의 내부에 ROI로 설정하고, G 프레임의 ROI에 대한 히스토그램(Histogram)과 평균화소치 및 표준편차를 구한다. ④ ROI의 세로방향으로 간격이 일정한 40개의 수평선을 구하고 각 수평선에 대한 프로파일을 얻는다. 그리고, 급격한 화소치 변화를 평활화하기 위해, 5개 화소씩 이동 평균하면서 각각의 프로파일을 재 생성한다. ⑤ 각 수평선에 대한 평균화소치(MGL)와 표준편차를 구한다. ⑥ 그리고, 각 수평선마다 좌측에서 우측으로 화소를 이동하면서 MGL 미만의 화소치를 갖는 화소를 반문영역으로, MGL 이상의 값을 갖는 화소를 젓소 내 배경영역으로 취급하고, 이들이 연속으로 나타나는 런(Run)에 대한 길이와 중심좌표를 구한다.

(2) 반문특징 인자

이 연구에서는 라인 프로파일로부터 구한 반문 영역에 대한 런-길이 분포(BRL), 런의 중심의 x 좌표 분포(BRX) 및 y 좌표 분포(BRY)를 조사하고, 이를 반문특징 인자로 이용하였다. 또한, 이들 분포치는 영상간 비교 시 발생하는 영상크기의 영향을 없애기 위해 0~100%의 범위로 정규화 하였다. 예를 들면, BRL은 조사된 각 반문영역에 대한 런-길이를 전체 런-길이의 총합으로 나눈 후 그 비율(Percent)에 대한 빈도수를 5% 간격으로 구하였다. 이 경우, 21개 빈(Bin)에 대한 런-길이의 빈도 분포가 얻어진다. BRX의 경우, ROI에서 각 반문영역의 중심의 x 좌표를 ROI의 가로길이에 해당하는 화소수로 나눈 후 그 비율에 대한 빈도수를 역시 21개의 빈에 대해 구였다. BRY에 대해서도 BRX와 동일한 방법으로 계산한다.

(3) 개체인식을 위한 영상검색

이 연구에서는 16두 젓소에 대한 60개 영상 중 젓소마다 1개의 영상을 임의로 선정하여 개체인식

을 위한 기준영상으로 이용하였고, 나머지 44개 영상은 검색영상으로서 각종 영상검색인자에 대한 기준영상과의 유사도(Similarity measure)를 계산하여 가장 가까운 기준영상을 탐색하는데 이용하였다. 즉, 16개의 기준영상에 대한 각종 영상검색인들의 분포도를 저장하여 둔다. 그리고 44개 영상은 검색영상(질의영상)으로서 한 영상씩 영상검색인자별 분포도를 분석한 후 16개의 기준영상과의 유사도를 계산한다. 이 때, 하나의 질의영상에 대한 16개의 기준영상과의 유사도 중 가장 작은 값을 나타내는 기준영상의 젓소로 개체 인식하는 것이다.

이와 같이 질의영상과 기준영상간의 유사도를 분석하여 영상을 검색하는 방법은 영상검색분야에서 널리 이용되고 있으며 영상을 이용한 개체인식에도 적용할 수 있다. 영상검색이 효과적으로 수행되기 위해서는 사용하는 영상의 특징값이 물체의 회전, 크기, 이동의 변화에 민감하지 않아야 하고 다수의 영상을 신속하게 검색할 수 있도록 검색인자의 개수가 적어야 한다.

대표적인 영상 특징으로는 영상의 색채분포특성과 대상물체의 개수, 모양(Shape), 질감(Texture) 등이 있다. 이 연구에서는 반문특징을 이용한 개체인식을 수행하기 위해, 영상 색채분포특성에 해당하는 특징으로서 젓소 색채영상의 G 프레임에 대한 히스토그램(Histogram)을, 반문특징으로는 BRL, BRX 및 BRY를 검색인자로 사용하였다.

질의영상(Q)과 기준영상(C)간 유사도(S) 계산은 식(1)에서와 같은 L1-norm을 이용하였는데, G 프레임 히스토그램(GH)간의 거리 측정값, 반문영역의 런-길이의 분포와 중심의 x 좌표의 분포 및 y 좌표의 분포에 대한 거리 측정값에 가중치(Weight)를 각각 곱한 후 합하여 계산하였다.

$$\begin{aligned}
 S_{hgf} &= \sum_{i=0}^{255} |GH_i^Q - GH_i^C|, \\
 S_{bri} &= \sum_{i=0}^{20} |BRL_i^Q - BRL_i^C|, \\
 S_{brx} &= \sum_{i=0}^{20} |BRX_i^Q - BRX_i^C|, \\
 S_{bry} &= \sum_{i=0}^{20} |BRY_i^Q - BRY_i^C|, \\
 S &= w_{hgf} \times S_{hgf} + w_{bri} \times S_{bri} + w_{brx} \times S_{brx} + w_{bry} \times S_{bry} \quad (1)
 \end{aligned}$$

Where,

- $S_{hgf}$  : L1-norm for histogram of G frame
- $S_{brl}$  : L1-norm for lengths of cow speckle runs
- $S_{brx}$  : L1-norm for x positions of cow speckle runs
- $S_{bry}$  : L1-norm for y positions of cow speckle runs
- $W_{hgf}, W_{brl}, W_{brx}, W_{bry},$  : Weights

한편, 영상검색 성능을 평가하기 위해 식(2)에서 정의한 Recall(인식성공률)과 AVRR(Average Rank of Relevant images)을 사용하였는데(정선환, 2001), Recall은 질의영상 중 해당 개체 젓소를 1 순위로 검색한 비율을 나타내고, AVRR은 해당 개체젓소를 검색한 평균순위를 나타낸다. 따라서, Recall은 100%에 가까울수록, AVRR( $\geq 1$ )은 1에 가까울수록 우수한 검색 성능을 나타낸다.

$$Recall = \frac{R}{N} \times 100\%$$

$$AVRR = \frac{\sum_{i=1}^N Rank_i}{N} \quad (2)$$

Where,

- $N$  : the number of images in the photobase
- $R$  : the number of relevant images in the photobase
- $Rank_i$  : the rank order of the  $i^{th}$  relevant images

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 영상 획득과 분석영역

촬영실을 별도로 설치하지 않고 착유실로 통하는 경로에서 젓소 영상을 촬영하였으며 젓소의 위치, 자세 및 방향을 일정하게 할 수 없었다. 따라서, 대부분의 젓소 영상에는 고정된 장애물과 그림자가 포함되었으며, 젓소의 머리카나 몸통이 바르지 않은 예도 많았다. 그러나, 이 연구에서는 실용성을 고려하여 이들 영상들도 개체인식을 위한 분석영상으로 사용하였다.

입력된 영상은 RGB 색채 좌표계로 표현되지만,

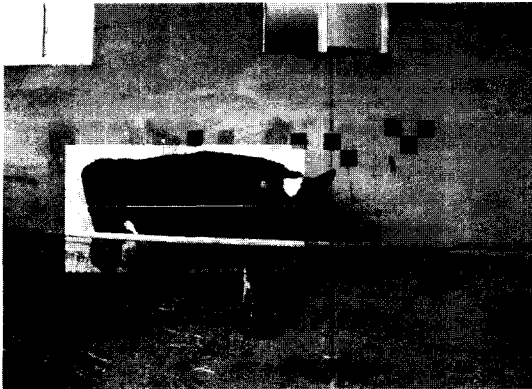
분석을 위한 젓소 영상은 흑백 영상으로도 충분한 정보를 얻을 수 있다. RGB 영상 프레임에 비록하여 YIQ, HSI, Lab 및 CMYK 등 16개의 영상 프레임 중에서 육안으로 판단하여 선명한 젓소 영상은 나타낸 것은 RGB 좌표계의 G, YIQ 좌표계의 Y, HSI 좌표의 I 및 CMYK 좌표계의 K이었는데, 이 연구에서는 분석 대상 프레임을 RGB 좌표계의 G로 하였다.

그림 1은 반문의 형태에 따라 구분한 A, B, C 및 D 형의 젓소에 대한 영상의 예이다. 자연광 상태로 목장 야외에서 획득한 젓소 영상의 배경은 복잡한 형태를 가지는데 가능한 한 이를 배제시키기 위해, 그림 1의 영상 중앙부분의 밝은 영역으로 나타낸 것과 같이 젓소 몸통에 해당하는 분석영역(ROI)을 설정하였다. 이 때, 젓소의 몸통영역의 위치와 크기는 카메라의 설치조건에 따라 변하기 때문에 영상출력 화면에 미리 표시된 ROI가 젓소의 몸통을 크게 벗어나는 경우 재 설정하도록 하였다.

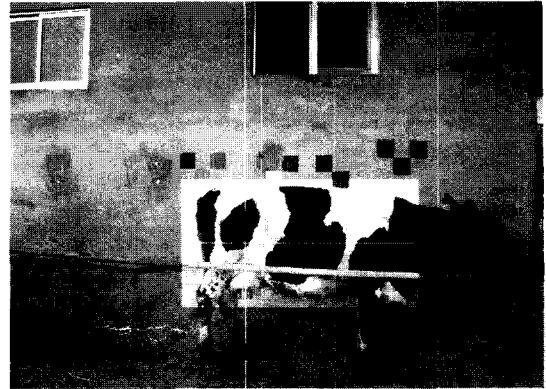
#### 나. 라인 프로파일 분석

이 연구에서는 라인 프로파일의 분석을 통하여 반문영역의 런-길이 분포(BRL)와 런의 중심위치의 분포(BRX, BRY)를 조사하고 이를 반문특징을 나타내는 인자로 사용하였다.

그림 2는 그림 1에 보인 각 젓소에 대한 40개의 수평선 프로파일 중 그림 1의 ROI에 표시된 수평선에 대한 프로파일, 평균화소치 및 반문영역의 런을 나타낸다. B 형과 C 형의 경우, 반문영역에 대한 화소치가 연속으로 낮게 분포함을 명확하게 알 수 있다. 그림 2의 (d)의 경우, 젓소에 부착된 이물질에 의해 수평선 좌측 영역에서 평균화소치보다 낮은 연속구간을 나타냈으며 이를 반문영역으로 취급하는 문제점이 발생하였다. 또한, 젓소 내 배경영역의 화소치가 불규칙하게 변동하였다. 그림에도 불구하고 반문영역에 대한 런-길이와 위치 정보를 얻을 수 있었다. 이와 같이, 낮은 화소치가 연속으로 나타나는 반문영역에 대한 런-길이와 중심좌표는 각 젓소마다 고유한 형태로 분



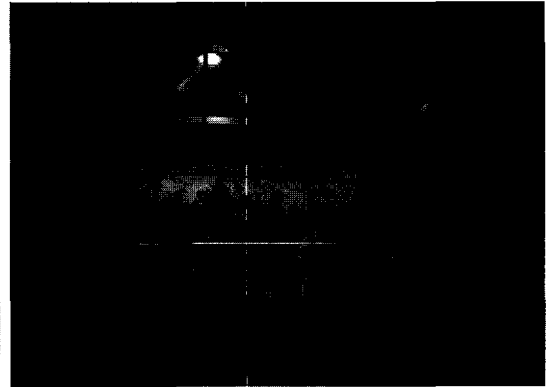
(a) A type (Cow #152)



(b) B type (Cow #122)



(c) C type (Cow #126)



(d) D type (Cow #119)

Fig. 1 Sample images and ROI(region of interest) for 4 speckle patterns of cow. ROIs were brighter than original images by 50 gray value. White horizontal lines in ROIs indicate the representative line profiles to be mentioned in Fig. 2.

포하기 때문에 개체인식을 위한 정보로서 사용될 수 있다.

반문이 거의 없는 A 형의 경우, BRL, BRX 및 BRY의 분포는 반문의 특징을 의미하지는 않지만 몸통의 질감(굴곡)과 형상에 관한 정보를 포함하고 있는 것으로 판단되었다.

#### 다. 반문 형태별 검색인자 분석

영상간 비교와 검색을 수행할 때 가장 중요한 문제는 영상 내 젖소의 위치, 크기 및 방향의 변화에 따른 영향을 배제하는 것이므로, 절대적인

분포치 보다는 반문특징량의 분포곡선의 형태(Shape)를 대상으로 비교 분석하는 것이 바람직하다. 그러므로, 각각의 분포곡선의 아래 부분에 해당하는 영역의 면적이 일정하도록 정규화된 분포도를 구하여 검색인자로 이용하였다.

그림 3은 그림 1에 보인 4두의 젖소 영상에 대한 검색인자별 데이터 분포를 비교하여 나타낸 것으로, 4가지 반문 형태를 대표하는 이들 젖소에 대한 검색인자별 분포가 서로 상이함을 쉽게 알 수 있다. 그러나, 개체인식이 성공적으로 수행되기 위해서는 개체간 데이터 분포의 차이가 개체의 반복간 차이보다 커야 한다. 따라서, 한 가지의 검색

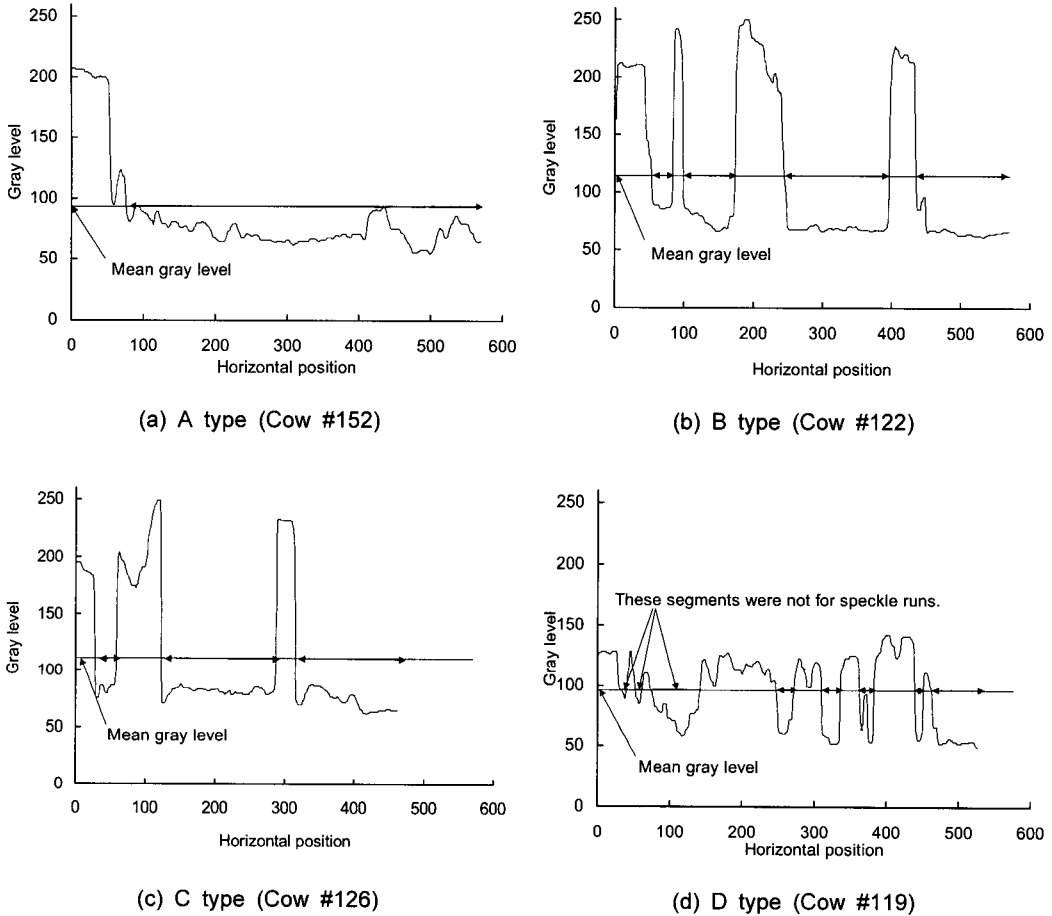


Fig. 2 Representative line profiles for 4 speckle patterns of cow shown in Fig. 1.  
(Note : Segments for speckle runs are shown by two-side arrows.)

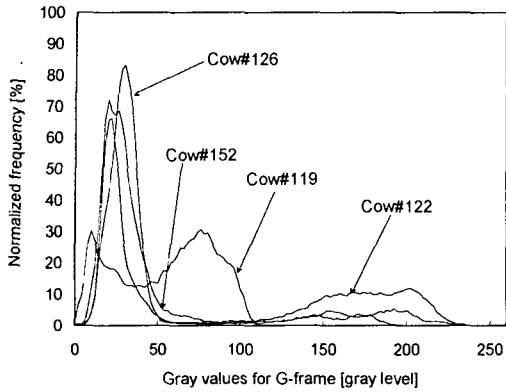
인자에 대해 개체인식이 성공하지 못할 경우에는 여러 개의 검색인자를 조합한 복합적인 검색인자에 대해 개체인식을 시도할 수 있다.

#### 라. 개체인식 성능

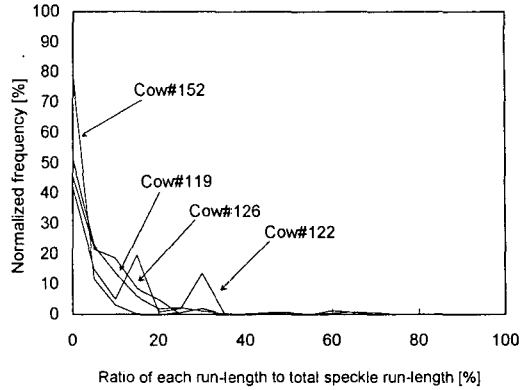
이 연구에서는 영상 분석에 의한 젓소의 개체인식을 위해 GH, BRL, BRX 및 BRY를 검색인자로 제시하였다. 그리고, 이들 검색인자의 조합을 달리 하면서, 44개의 질의영상마다 각각의 젓소를 대표하는 16개의 기준영상들과의 유사도를 계산하여 그 값이 가장 작은 순서대로 젓소의 개체 번호를

출력하도록 하였다. 만일, 질의영상에 해당하는 젓소의 개체번호가 첫 번째 순위로 검색되면 이는 개체인식이 정확하게 이루어짐을 의미한다. 따라서, Recall이 100%이면 AVRR이 1이 된다.

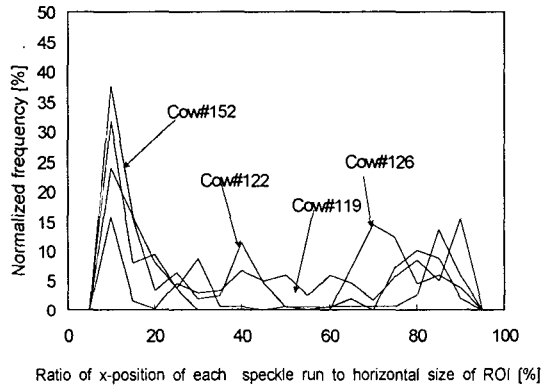
표 2는 44개의 질의영상에 대한 검색인자별 검색 성능을 나타내는데, 가중치가 0.0이 아닌 값이면 해당 인자가 개체인식을 위한 검색인자로서 사용됨을 의미한다. 그러나, 각각의 가중치는 해당 검색인자의 데이터 범위를 고려하여 몇 번의 시도에 의해 부여되었으므로, 가중치의 크기가 검색인자의 중요도를 그대로 반영하는 것으로는 볼 수 없다.



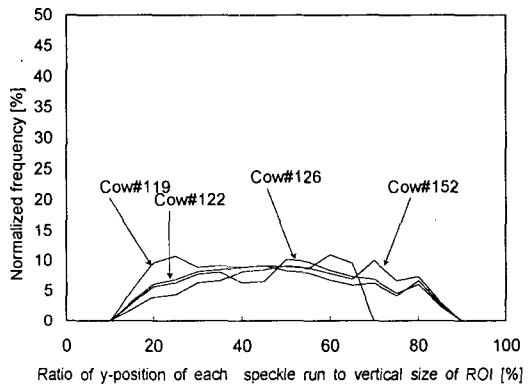
(a) Histogram of G frame(GH)



(b) Normalized lengths of speckle runs(BRL)



(c) X-positions of speckle runs(BRX)



(d) Y-positions of speckle runs(BRY)

Fig. 3 Comparisons of distributions for image query indices for 4 speckle patterns of cows shown in Fig. 1. Area under curves on (a) was 1000% and area under curves on (b), (c) and (d) were 100%.

3가지의 검색인자를 하나씩만 사용하여 검색할 경우, 82% 미만의 Recall 성능을 보였다. 그러나 이들을 조합하여 검색할 경우, 인식률이 상승하였으며 정확한 개체인식(1 순위)을 보이지 않은 경우이더라도 1에 가까운 순위를 보여주었다.

3가지 검색인자를 모두 조합한 경우에 100%의 개체인식이 가능하였는데, 젓소 영상의 전역적 특징(Global property)인 히스토그램과 지역적 특징(Local property)인 반문의 크기 및 위치에 관한 정보를 동시에 사용하여 개체인식을 수행하는 것이 바람직함을 알 수 있다. 아울러, 촬영을 위한 인위적인 설비를 이용하지 않았으며 젓소의 자세에 대

한 제약이 없는 자연스러운 상태에서 영상을 획득하였다는 점을 감안할 때 이들 검색인자는 실용성이 우수함을 알 수 있었다.

한편, 그림 1에 보인 바와 같이 ROI에 고정 장애물이 포함되어 있거나 반문이 거의 없는 검정소(표 1에서 A 형)를 대상으로 하는 경우에도 정확한 개체인식이 가능하였고, 젓소와 카메라간의 위치관계가 일정하지 않았음에도 불구하고 우수한 개체인식률을 보여주었다.

보다 실용적인 개체인식 시스템이 되기 위해서는 다양한 장소에 획득한 젓소 영상을 대상으로 개체인식이 가능하여야 하고 사용자 개입을 최소



Table 2 Results of Recall and AVRR

Query indices and weights in equation (1)				Number of retrieved images	Recall <sup>†</sup> [%]	AVRR [rank]
Histogram	Length of speckle runs	Position of speckle runs				
$\omega_{hgf}$	$\omega_{brl}$	$\omega_{brx}$	$\omega_{bry}$			
0.1	0.0	0.0	0.0	44	75.0 (33)	1.80
0.0	0.5	0.0	0.0	44	72.7 (32)	1.75
0.0	0.0	0.25	0.25	44	81.8 (36)	1.36
0.0	0.02	0.25	0.25	44	84.1 (37)	1.34
0.05	0.0	0.25	0.25	44	97.7 (43)	1.02
0.05	0.02	0.25	0.25	44	100.0 (44)	1.00

<sup>†</sup> : ( ) refer to number of images retrieved as 1st rank.

화 할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 다양한 배경에서 얻은 젓소 영상으로부터 젓소 내부영역만을 검출할 수 있는 영상 영역화 기법의 개발이 선행되어야 할 것이다.

#### 4. 요약 및 결론

젓소의 반문(얼룩무늬)은 개체마다 상이하기 때문에 젓소 영상으로부터 반문의 특징을 분석하고 이를 개체인식에 이용할 수 있다. 영상장치를 이용하기 때문에 개체인식 뿐만 아니라 영상 데이터 베이스를 구축하거나 다양한 형상 정보를 동시에 얻을 수 있다는 장점이 있다.

이 연구는 젓소 영상을 이용한 개체인식 기술을 개발하고 젓소의 형상 정보를 분석할 수 있는 컴퓨터 시각 시스템을 개발하기 위한 연구의 일환으로 수행되었다. 여기에서는 반문의 특징을 분석하는 알고리즘을 개발하고 영상검색 기법에 의해 개체인식을 수행하는 방법을 제시코자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 16두의 홀스타인을 대상으로 각각을 대표하는 기준영상 16개와 개체인식의 성능을 분석하기 위한 44개의 질의영상을 촬영을 위한 인위적인 설비나 대상 젓소의 자세에 대한 제약이 없는 자연

스러운 상태에서 획득하였다.

2) 이들 젓소 영상에 포함된 고정 장애물, 그림자, 젓소에 부착된 이물질 등에 대한 영향을 최대한 배제하기 위해, 젓소의 몸통 부분에 분석영역을 설정하였다. 그리고, 분석영역에 대해 조사한 40개의 수평선 프로파일 데이터를 이용하여 젓소의 반문영역에 대한 런-길이, 반문영역의 중심위치에 대한 정규화된 분포도를 분석하였다.

3) 개체인식을 위한 영상검색인자로서, 젓소 영상의 전역적 특징인 G 프레임에 대한 히스토그램(GH)과 지역적 특징인 반문의 크기(BRL) 및 위치(BRX, BRY)에 관한 정보를 사용하였다. 그리고, Recall(인식성공률) 및 AVRR(평균 검색순위)을 이용하여 개체인식 성능을 평가하였다.

4) 검색인자에 따른 개체인식 성능을 평가한 결과, GH, BRL, BRX 및 BRY를 조합한 검색인자를 사용할 때 정확한 개체인식이 가능하였다. 따라서, 젓소 영상에 의해 개체를 인식하기 위해서는 반문에 대한 전역적인 특징과 지역적인 특징을 동시에 사용하는 것이 바람직함을 알 수 있었다.

5) 다양한 배경에서 얻은 젓소 영상으로부터 젓소 내부영역만을 검출할 수 있는 영상처리방법이 개발된다면, 보다 실용적인 개체인식 알고리즘의 개발이 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 정선환. 2001. 퍼지 다중특성 관계 그래프를 이용한 내용기반 영상검색. 정보처리학회논문지, 8-B(5):533-538.
2. Hopp, S. L., M. J. Owren and Evans, C. S. 1998. Animal acoustic communication. Springer.
3. Ikeda, Y. and J. Shimada. 1991. Application of acoustic emission in agricultural mechanization - frequency characteristics of livestock -. Journal of JASM kansai Branch, No. 70:123-124. (In Japanese).
4. Ikeda, Y. and Y. Ishii. 1998. Recognition of individual cattle by his/her voice. Proceedings of the KSAM '98 Summer Conference. 3(2):270-275.
5. Kashiwamura, F. and M. Yamamoto. 1985. The classification and analytical method of the vocalization of cattle. Livestock Management, Vol. 21:73-83. (In Japanese)
6. Kim, H. T. 2000. Measurement of body parameters, estimation of weight and individual recognition of the dairy cattle by using image processing. Ph.D. Dissertation, Sung Kyun Kwan Univ., Suwon, Korea. (In Korean)
7. Xin, H., J. A. DeShazer and D. W. Lager. 1989. Pig vocalization under selected husbandry practices. Trans. of the ASAE. 32(6):2181-2184.