論文
2-10-6

다차원 데이터의 동적 얼굴 이미지그래픽 표현 (Representation of Dynamic Facial ImageGraphic for Multi-Dimensional)

최 철 재* 최 진 식** 조 규 천*** 차 홍 준****
(Chul-Jae Choi) (Jin-Sik Choi) (Gyu-Cheon Cho) (Hong-Jun Tcha)

요 약

이 논문은 실시간 변화가 가능한 동적 그래픽스를 기반하며, 인간의 감성적 인식을 위해서 이미지 영상을 다차원 데이터의 그래픽 요소로 조작하는 시각화 표현 기법으로 연구되었다. 이 구현의 중요한 사상은 사람의 얼굴 특징 점과 기존의 화상 인식 알고리즘을 바탕으로 획득한 모수 제어 값을 다차원 데이터에 대응시켜 그 변화하는 수축 표정에 따라 감성 표현의 가상 이미지를 생성하는 이미지그래픽으로 표현한다.

제안된 DyFIG 시스템은 감성적인 표현을 할 수 있는 얼굴 그래픽의 모듈을 제안하고 구현하며, 조작과 실험을 통해 감성 데이터 표현 기술과 기법이 실현 가능함을 보인다.

ABSTRACT

This article come to study the visualization representation technique of eye brain of person, basing on the ground of the dynamic graphics which is able to change the real time, manipulating the image as graphic factors of the multi-data. And the important thought in such realization is as follows ; corresponding the character points of human face and the parameter control value which obtains basing on the existing image recognition algorithm to the multi-dimensional data, synthesizing the image, it is to create the virtual image from the emotional expression according to the changing contraction expression.

The proposed DyFIG system is realized that it as the completing module and we suggest the module of human face graphics which is able to express the emotional expression by manipulating and experimenting, resulting in realizing the emotional data expression description and technology.

1. 서론

정보화사회의 정보매체를 이용하는 사람들 간의 의사소통에서 반드시 해결할 문제는 진의의 정보를 신속하고 정확하게 전달할 수 있는 도구의 개발이다. 이러한 도구는 컴퓨터에 기반 한 의사소통에 필요한 도구를 의미하는 것으로, 인간의 감성이 반영될 수 있는 데이터의 표현 및 가공 기술이 요구되는 것을 의미한다.

이러한 데이터처리의 멀티미디어 실현은 단순히 문자가 주는 연상기호 의미의 차원보다는 음성을 수반하는 그래픽이미지와 동적 영상 등이 다중 데이터 조작으로 처리된 빠른 의사 전달 도구로의 발전을 뜻한다.

그러나, 컴퓨터에서의 데이터처리는 약속기호에 따라 CRT에 보여지는 물리적인 매체인 정적인 평변 그래픽스에 전적으로 의존한다는 제약을 갖는다[1].

* 정회원 : 동우대학 컴퓨터정보과 부교수
** 정회원 : 동우대학 컴퓨터정보과 조교수
*** 정회원 : 한림정보산업대학 컴퓨터응용과 교수
**** 정회원 : 강원대학교 전자계산학과 교수

논문접수 : 2001. 10. 8.
심사완료 : 2001. 10. 19.

그럼에도, 감성 표현을 위한 데이터 조작 연구의 필요는 1차원에서 표현하는 것보다 다차원 데이터로 분석하고 표현하는 것이 보다 의사표현을 적용하는데 시각화 그래픽스 기법[2]으로 효과적이기 때문이다.

1960년대 Tukey[3]와 Wilk가 컴퓨터 화면에 변수함수 $z=f(x,y)$의 실시간 처리 그래픽스 표현, 그 후 Fowlkes에 의한 데이터를 확률지(probability plots)에서 직접 변화시키면서 그 데이터에 대한 정보와 구조적 특성 정보를 쉽게 얻을 수 있는 동적 시스템을 제안이 있었고, 그 후 컴퓨터그래픽 기술의 발달에 따라 데이터처리에 있어서 실시간 변화가 가능한 동적 그래픽스 기술로 발전되었다[4].

1980년대 이후에 컴퓨터 그래픽스의 자유로운 표현이 다차원 데이터의 감성적 특징을 표현할 수 있는 체르노프(Chernoff) 얼굴 그래프가 가능해지는 환경이 되었으며, 와키모토(Wakimoto)의 얼굴 그래프로 발전되면서 데이터의 감성 표현의 가능성에 이르게 되었다.

본 논문은 이러한 표현 방법에 실시간 개념을 반영한 동적인 상태의 표현이 가능하다면 데이터 분석에서 관측 값들로부터 진실의 의미를 파악하는데 효율적이란 확신에서 이 연구를 한다. 감성적인 이미지 표현을 위해 동적 그래픽스에서의 다차원 데이터를 실제 이미지에 대응시켜 워핑(warping)과 모핑(morphing)하며 휴리스틱 알고리즘을 적용한다. 구현의 중요한 사상은 사람의 얼굴 특징 점[10]과 기존의 화상 인식 알고리즘을 바탕으로 획득한 모수 제어값을 다차원 데이터에 대응시켜 그 변화하는 수축 표정에 따라 감성 표현의 가상 이미지를 생성하는 이미지그래픽이다.

2. 다차원 데이터의 표현

2.1 동적 그래픽스 알고리즘

실험이나 관찰을 통해서 수집되는 데이터들에는 그 데이터에 내포되어 있는 감성적인 진의의 뜻이 있다. 그러나, 이러한 데이터들은 대부분 단순히 1차원으로 표현되므로, 그 데이터에 내포된 진의를 파악하는데 만족스럽지 못하므로 다차원 데이터(multi-dimensional data)[5]형태로 데이터를 표현한다.

그런데, 데이터를 정리 분석하기 위해서는 계량화된 수치 데이터로 수학적 알고리즘에 의하여 분석하는 방법과 데이터를 인간의 직감적인 감성을 동원해 분석하는 시각화 방법으로 나누는데, 시각화 그래픽스 표현이 데이터의 전반적인 구조와 형태, 특징 등을 파악하는데 효과적이다.[6]

그러나 그래픽스에 의한 표현의 문제점은 그 물리적인 매체가 2차원 평면이라는 한계를 가지고 있어, 그래픽스가 실시간에 변화될 수 없는 정적인 상태로만 표현된다는 것이다. 그러므로, 이를 시각적인 동적 그래픽스로 표현한다면 <표 1>과 같은 다차원 데이터가 내포하고 있는 진의를 확실히 이해할 수 있게 된다.

<표 1> 다차원 데이터의 표현

<Table 1> Representation of multi-dimensional data

sample \ variable	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	⋯	Q_k
sample 1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	⋯	x_{1k}
sample 2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{24}	⋯	x_{2k}
⋯				⋯		
sample n	x_{n1}	x_{n2}	x_{n3}	x_{n4}	⋯	x_{nk}

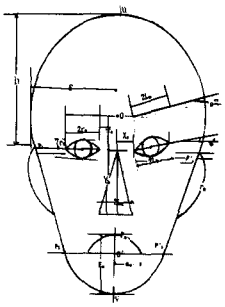
동적 그래픽스에서는 컴퓨터 그래픽스 방법과 더불어 그림과 도표사이에서 인간의 감성적인 특성을 동원하여 인식될 수 있는 새로운 컴퓨터 그래픽스를 요구하고 있다[7].

체르노프 얼굴 그래프는 다차원 데이터의 변수를 얼굴의 중요 부분에 대응시킨 후, 데이터가 표정으로 나타나게 하는 그래픽스로서, 다차원 데이터의 표현 방법이다. 이 방법은 관측값의 상호 비교를 얼굴의 표정 비교만으로도 쉽게 알 수 있게 하는 특징이 있다. 체르노프 얼굴에 의하면 18차원까지의 데이터를 표현할 수 있다.

2.2 Tcha의 개선된 체르노프 얼굴

이전보다 개선된 Tcha의 체르노프 얼굴은 기존의 표현보다 인간의 얼굴을 닮은 기본형으로 인간의 감성적인 특성을 동원해 데이터를 분석 할 때 관측값

들을 비교하거나 분석하는 과정이 보다 효율적으로 사람의 얼굴이 지니는 비례는 원 A의 중심점을 지나는 선 a, b를 긋고 a선을 5등분하고, B원은 A원의 3/5이 되고 B원의 1/3은 A원과 중복되게 하고, C선은 얼굴의 중앙선 b를 2등분, c'은 A원의 접선 d, e의 접점으로 연결하여 형성한다.



[그림 1] Tcha의 개선된 체르노프 얼굴

[Fig. 1] Improvement of Chernoff face

[그림 1]은 기존의 체르노프 얼굴을 인체 해부학적 요소의 얼굴 미학적 요소를 근거로 하여 구현한 것이 Tcha의 체르노프 얼굴이다.

그러므로 얼굴을 그리는 순서는 그래픽 알고리즘에 의하여 전체 배율, 얼굴의 윤곽, 코, 입, 눈, 눈동자, 눈썹의 순서로 그래픽스 하게 된다. 이때 얼굴의 어느 부분에 어느 변수를 대응시켜야 하는 원칙은 없지만 변수간의 상관성을 고려하여 얼굴의 표정이 일치하도록 대응시킨다. 특히 사람의 표정은 눈과 입의 변화가 큰 특징을 차지하게 되므로 관심도가 높은 데이터를 눈이나 입에 대응시킬 수 있다.[8]

<표 2> Tcha의 개선된 체르노프 얼굴 파라메터

<Table 2> Improvement of Chernoff face parameters

(여기서, Z_i R는 Z_i Range, Def는 Default)

Z_i	Z_i R	Def	Feature Var. & Controlled	Facial Feature
Z_1	(.2, .8)	.5	$h^*=(1+Z_1)$	face width
Z_2	(.2, 1.)	1.	$h=(1+Z_2)H$	face height
Z_3	(.2, .8)	.5	$E_a=(\sqrt{(}Z_3/\pi)+(1+\pi)Z_3/Y_a$	upper face
Z_4	(.2, .8)	.5	$E_m=(2\pi-\pi/180)Z_4$	lower face
Z_5	(.0, .4)	.2	$Y_b=(1+Z_5)h$	nose length
Z_6	(.0, .4)	.2	$L_c=(1+Z_6)h$	nose width
Z_7	(.2, .8)	.5	Z_7	mouth center(level)
Z_8	(.1, 1.)	.0	$p_m=h(1-Z_8)$	mouth curvature
Z_9	(.2, .8)	.5	$a_m=Z_9(h/\mid Z_9\mid)$	mouth length
Z_{10}	(.1, .7)	.4	$Y_a=h(E_a/5)Z_{10}$	eyes center(level)
Z_{11}	(.1, .9)	.5	$X_a=hE_a(1+Z_{11})/5$	eyes separation
Z_{12}	(.3, .7)	.5	$e=(2Z_{12}-1)\pi/5$	eyes slant
Z_{13}	(.1, .9)	.5	$L_b=Z_{13}\min(X_a, E_a-X_a)$	half-length of eyes
Z_{14}	(.1, .9)	.5	$r_a=h(\cos^2 e+\sin^2 e/Z_{14}^2)^{-1/2}L_b$	
Z_{15}	(.1, .9)	.5	Z_{15}	pupils position
Z_{16}	(.3, .9)	.6	$r_b=(2Z_{16}-1)h$	eccentricity of eyes
Z_{17}	(.1, .9)	.5	Z_{17}	eyebrow height
Z_{18}	(.1, 1.)	1.	$e^{**}=e+2(1-Z_{18})\pi/5$	eyebrow slant
Z_{19}	(.1, .9)	.5	$L_a=Z_{19}L_b(Y_a/2)\tan^{**}$	eyebrow length
Z_{20}	(.1, .9)	.5	$Z_{20}=Z_{20}h$	ear level
Z_{21}	(.1, 1.)	1.	$r_m=Y_b(1+Z_{21})h$	radius of ear

3. 이미지그래픽 모듈

3.1 체르노프 계수 값과 이미지 결합 함수

다차원 데이터를 체르노프 계수 값으로 얼굴 이미지그래픽에 결합하려는 함수 변환은 i번째 관측값 x_{ij} $i=1,2,\cdots,n$, $j=1,2,\cdots,k$를 여러 가지 얼굴 표정 (l)에 대응시키기 위한 체르노프 계수 값 (Z_L)을 계산한다.

$$Z_L=\frac{x_{ij}-x_{(1)j}}{x_{(n)j}-x_{(1)j}}\times(Z_l\text{의범위})+(Z_l\text{의최소값}),\ 0<Z_L<1 \quad (1)$$

여기서, $j=1,2,\cdots,k$ 이고 $L=1,2,\cdots,k$이다.

3.1.1 눈썹 기울기

눈썹의 기울기는 $e^{**}=e+2(1-Z_{16})\pi/5$, 이미지그래픽에 $\theta=e^{**}$를 대입하면 실제 입력영상에서의 눈썹의 좌표 $[x,y]$를 새로운 좌표 (x_{new},y_{new})로 변환하는 과정은 행렬식으로 회전식(2) 표현으로 원점 (0,0)을 중심으로 반 시계 방향으로 각 θ만큼의 회전을 의미한다.

$$[x_{new}\ y_{new}\ 1]=[x\ y\ 1]\begin{bmatrix}\cos\theta & \sin\theta & 0\\ -\sin\theta & \cos\theta & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix} \quad (2)$$

이 경우 회전의 중심점이 원점이 아닌 경우 회전의 새로운 중심점을 (x_p,y_p)라 하면, 이점을 원점으로 변환시키게 되면, 대상을 정의하는 점 (x,y)는 새로운 점 (x',y')으로 전환되어 $x'=x-x_p$, $y'=y-y_p$가 된다.

전환된 점 (x',y')을 원점 $(0,0)$을 중심점으로 각 θ만큼 회전시킨 후 다시 점 (x_p,y_p)로 이동시키면 점 (x_p,y_p)를 중심으로 하여 각 θ만큼 반 시계 방향으로 회전시키는 다음의 식을 구할 수 있다.

$$x_{new}=(x-x_p)\cos\theta-(y-y_p)\sin\theta+x_p \quad (3)$$
$$y_{new}=(y-y_p)\cos\theta-(x-x_p)\sin\theta+y_p$$

이 경우 시계방향으로 θ만큼 회전시키는 경우는 θ대신 $(-\theta)$를 대입하면 된다.

즉, $\cos(-\theta)=\cos\theta$, $\sin(-\theta)=-\sin\theta$가 된다.

3.1.2 눈의 기울기

눈의 체르노프 얼굴 파라메터값에서 $e=(2Z_{12}-1)\pi/5$, $-36^\circ<e<+36^\circ$ 는 눈의 기울기이므로 $\theta=e$를 대입하면 눈썹의 기울기와 같은 공식에 의해 새로운 좌표를 설정할 수가 있다.

3.1.3 입의 기울기

입의 기울기는 입 모양으로부터 계산되는데, 입의 위치는 얼굴의 중심축인 UV 선상 위의 원 B의 중심점에서부터 E_m의 범위를 넘지 않게 하기 위해서, UV 축과 P_2와 P'_2를 연결한 교차점 (O')에 위치한다.

입의 모양은 관계식 $p_m=h(1-Z_8)$, $0<p_m<2$로 표현되며, 여기서 입의 중앙점인 O'을 중심하고, θ_M을 입의 기울기라 하면 p_m이 평균인 중앙값을 갖는 것을 $\theta_M=0$으로 표현할 수 있다. 이때 만약 데이터가 평균과 일치하면 x축과 평행한 모양이 되고, 데이터가 평균보다 크면 원점(O)을 중심으로 입 고리가 위로 향하는 웃는 모습이 된다. 따라서, x_{ij} > 평균 또는 y_{ij} > 평균인 경우 $\theta_M>0$가 되고, x_{ij} < 평균 또는 y_{ij} < 평균이면 $\theta_M<0$이 된다.

그런데, θ_M의 크기 결정 문제는 파라메터 집합 s와 체르노프 얼굴 그래프에서 Z_8의 입술 모양(mouth curvature) 범위와 기울기 각도에 의해 결정되고[9], 새로운 좌표는 식(3)에서 θ_M값으로 대입시키면 된다.

3.1.4 코의 길이

코의 길이는 얼굴의 중심(O)으로부터 종축 선(UV)을 축으로 한 아래 방향으로 Y_a 위치에서부터 Y_b 만큼 선을 그려 표현되며, 이때 $Y_b=(1+Z_5)h$ 이고, 그에 대한 범위는 $0<Y_b<2$가 된다. 따라서 코의 길이는 Y_b의 값에 따라 결정된다.

$Y_b=(1+Z_5)h$에서 h의 기본 값은 1이고, Z_5의 기본 값은 0.2이므로 $Y_b=1.2$가 된다.

따라서 원래 입력 영상에서 두 점의 좌표 (x_0, y_0)와 (x_1, y_1)라 하면, 두 점의 거리의 변화를 코의 길이로 계산하면 된다. 시작좌표를 $Y_a=(x_0, y_0)$라 놓으면, (x_1, y_1) 좌표를 새로운 좌표 (x'_1, y'_1)로 변경하면 된다.

여기서 $x'_1=x_1+Tx_1$, $y'_1=y'_1+Ty_1$로의 위치 이동을 고려할 수 있고, 여기서 (Tx_1, Ty_1)은 이동벡터가 된다. 코의 크기 변화는 $x'_1=x_1+Sx_1$, $y'_1=y'_1+Sy_1$ 로 되며 $S_x \cdot xy<1$이면 축소, 반대로 $S_x \cdot xy>1$이면 확대를 의미한다.

3.1.5 눈의 양미간 위치

좌우 눈이 Y축을 중심으로 X축 방향으로 떨어져 있는 폭 (X_a)에 관한 계산한다. 이때 폭은 눈의 위치 (Y_a)로부터 시작되는 X축의 연장선과 얼굴의 상반구 윤곽선 사이의 길이 (E_a)를 초과하지 못하도록 $X_a=E_a(1+Z_{11})/5$, $0<X_a<E_a<h/2<1$에 정의되어 있다. 만약 데이터가 평균과 같으면 X_a의 길이는 $0.2E_a$이다. 데이터가 평균보다 크면 X_a의 길이는 $0.2E_a<X_a<E_a<h/2<1$이다. 데이터가 평균보다 작으면 X_a의 길이는 $0<X_a<0.2E_a$이다. Y축을 경계로 하는 눈의 중심위치는, $(X_a, Y_a), (-X_a, Y_a)$의 좌표 값을 갖는다.

입력 영상에서 양미간의 길이는 좌우 눈 영역의 시작 좌표 설정에 의해 계산되며 평균값에 따라 체르노프 계수 값에 대응한다.

3.2 워핑위치의 휴리스틱 제어

얼굴 이미지의 크기, 표정의 변화에 따른 얼굴 근육의 움직임, 움직임에 있어서 개인마다 비슷한 범위를 추정해 데이터의 조작에 따라 감성적 표정을 유도해 내려는 휴리스틱 알고리즘은 원시 입력 영상에서 눈 영역에 대한 시작 좌표 x, y와 특징 점의 위치 지정에 따른 도착 좌표 x', y'사이의 구간을 r등분하여 직선거리를 최소최대(minimax) 알고리즘으로 적용할 때, 경험적으로 가장 자연스러운 사람의 감성 표현과 유사한 도착좌표의 범위를 확보하려는 것이다.

이것은 얼굴 이미지에서 체르노프 계수 값의 적용에 의해 워핑으로 생성된 표정을 정형화된 5가지 표정에 근사시키기 위한 과정을 의미하며 이동거리를 최소화하는 것만이 가장 적절한 해로 간주해서는 안되고 경험적으로 감성 표현이 인정되는 만족한 표정 연출이 되어야 한다. 그러므로, 그에 대한 정량적 비교치는 근육 수축 파라메터[9]에 의존한다.

3.2.1 수학적 직각거리 모델

직각 거리는 하나의 새로운 도착 좌표를 결정하는 MINIMAX문제인 식(4)에 의한다.

$$f(x, y)=\max_{1\le i\le m}(|x-a_i|+|y-b_i|) \quad (4)$$

여기서, (a_i, b_i) $i=1,\cdots,m$; 시작 좌표의 위치(체르노프 계수 값 적용 좌표)

(x, y) ; 도착 좌표 위치(패턴의 결과 좌표)

$f(x, y)$; 시작 좌표의 위치와 도착 좌표의 가장 긴 직각거리

즉, MINIMAX 특징 점 문제로 $f(x, y)$를 가능한 한 작게 하는 새로운 위치 (x^*, y^*)을 구하는 문제이므로, $f(x, y)$를 최소화하는 새로운 도착 좌표의 위치 (x^*, y^*)라 가정하고, 식(4), 식(5) 그리고 식(6)으로 중간 점 C_i를 계산한다.

$$C_1=\min_{1\le i\le m}(a_i+b_i) \quad C_2=\max_{1\le i\le m}(a_i+b_i) \quad (5)$$

$$C_3=\min_{1\le i\le m}(-a_i+b_i) \quad C_4=\max_{1\le j\le m}(-a_i+b_i) \quad (6)$$

$$C_5=\max(C_2-C_1, C_4-C_3) \quad (7)$$

여기서 구하고자하는 (x^*, y^*)는 $\frac{1}{2}(C_1-C_3, C_1+C_3+C_5)$, $\frac{1}{2}(C_2-C_4, C_2+C_4-C_5)$으로 MINIMAX 위치이며 $f(x, y)$가 가지는 최소 값은 $C_5/2$가 된다.

3.2.2 수학적 직선거리 모델

직선 거리(euclidean distance)에서의 위치문제는 직각 거리에서의 위치 문제와는 다르게 비 선형계획 문제(nonlinear programming problem)이다. 직선거리에서의 문제도 역시 다음의 식(8)에서 함수 $f(x, y)$를 최소화시키는 것이 목적이다.

$$f(x,y) = \max_{1 \le i \le m} [(x-a_i)^2+(y-b_i)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

여기서, (a_i, b_i), $i=1,\cdots,m$; 시작 좌표의 위치(체르노프 계수 값 적용 좌표)

(x, y) ; 도착 좌표 위치(패턴의 결과 좌표)
$Z : f(x, y)$; 시작 좌표의 위치와 도착 좌표의 가장 긴 직각거리

그러므로, 목적 함수는 MIN Z이고, 제약조건은 식(9)가 된다.

$$[(x-a_i)^2+(y-b_i)^2]^{\frac{1}{2}} \le Z, 1 \le i \le m \quad (9)$$

위의 문제에 대한 기하학적 해석을 해보면, 위의 식의 제약조건은 각각의 도착 좌표가 (x, y)을 원의 중심으로 하고 반지름이 Z인 원의 내부에 놓여야 한다는 뜻으로 해석될 수 있다. 즉 직선 거리에서의 MINIMAX 위치문제는 모든 도착좌표를 포함할 수 있는 가장 작은 원을 찾는 것으로 범위의 최소화를 찾는 문제의 해결책으로 결론지을 수 있다.

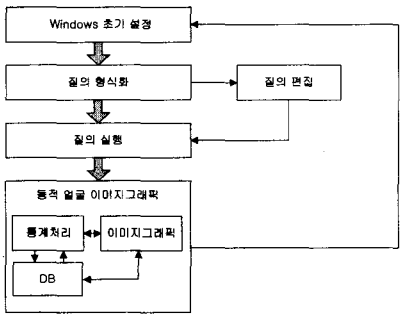
4. 이미지그래픽 모듈의 설계

4.1 이미지그래픽의 요구

사람의 얼굴 이미지의 눈, 코, 눈섭, 양미간 그리고 입과 같은 특징 점을 그래픽의 모수로 하고, 이들 모수를 다차원 데이터의 각각에 대응시키어 획득한 모수(母數) 제어 값들을 변화해 보므로, 사람의 얼굴 이미지가 수축할 수 있는 표정 변화를 얻게 하여야 한다. 또한, 얼굴 표정의 특징 점을 워핑/모핑으로 변화시킬 때, 감성표현이 될 휴리스틱 알고리즘으로 얼굴 이미지를 동적으로 그래픽스 한다. 이때 다차원 데이터들을 통계 처리하여, 전체 데이터의 평균값으로 등가 처리되는 체르노프 계수 값으로 이미지로 입력된 원시 얼굴 화상을 워핑/모핑처리하여 표준얼굴을 그래픽하며, 각각의 데이터들의 중간값에 의한 다차원 데이터 표현을 실시간으로 가상얼굴로 이미지그래픽 한다.

4.2 이미지그래픽 알고리즘

이 논문에서 구현하고자 하는 동적 얼굴 이미지 그래픽 시스템(DyFIG : Dynamic Face ImageGraphic)의 전체적인 흐름도는 [그림 2]과 같다.



[그림 2] DyFIG 운영체제의 구성
[Fig. 2] Configuration of DyFIG OS

4.2.1 윈도우 초기설정

```
초기설정;
 while < > do key-read
   if 사용자 준비되면  then 초기작업(IPL);
질의 형식화;
```

[그림 3] 초기설정(IPL)의 실행 알고리즘
[Fig. 3] Execution algorithm of IPL

4.2.2 질의 형식화

```
질의 형식화;
 repeat while <> do key-read
   파일 준비;
   처리 준비;
   그래픽스 준비;
   if(질의 계속) then 다음 질의 준비;
                 else 질의 편집;
until read;
```

[그림 4] 질의 형식화의 실행 알고리즘
[Fig. 4] Execution algorithm of query format

4.2.3 질의 편집

```
질의 편집;
 if 주제선택 then object := <주제선택>;
 if 표현선택 then express := <표현선택>;
 if 데이터보기 then 통계처리;
                    CRT 보이기;
 if 이미지 선택 then procedure :=
                          <이미지그래픽>;
 질의 실행;
```

[그림 5] 질의 편집의 실행 알고리즘

[Fig. 5] Execution algorithm of query edit

4.2.4 질의 실행

```
질의 실행;
 Message 재편집;
  Message := "<object>를 <express>로
                          <procedure> 한다"
 CRT 보이기;
 동적 얼굴 이미지그래픽;
```

[그림 6] 질의 실행 알고리즘

[Fig. 6] Query execution algorithm

4.2.5 동적 얼굴 이미지그래픽

이 단계는 이미지그래픽이 표시되는 실제의 동적 그래픽스를 의미한다. 그리고 동적 그래픽스 단계에서 다루는 데이터의 통계처리방법에는 평균, 중앙값, 중간값, 체르노프값을 처리하는 과정과 도구들을 이용한 처리가 있는데, 이 논문에서 다루는 동적 그래픽스의 방법은 Becker[8]가 제시하고 있는 여러 가지 동적 그래픽스의 도구들 중에서 데이터 자체를 실시간으로 변화시킬 때, 이미지를 워핑/모핑하는 데이터 제어를 이용한 동적인 이미지그래픽스이다.

```
동적 얼굴 이미지그래픽;
repeat until := 표본수;
  통계처리;
  if object = 분석하기
    then
      go-sub <procedure> 이미지표준화 프로시저;
      while < > do 변수
          수정통계처리;
          go-sub <procedure> 휴리스틱 프로시저;
    else if object = 견주어보기
            then while < > do 변수
                repeat until := end-data
        go-sub <procedure> 이미지그래픽 프로시저;
            else while < > do 변수
                repeat until := end-data
          go-sub <procedure> 이미지표준화 프로시저;
          go-sub <procedure> 이미지그래픽 프로시저;
            endif;
    endif;
loop end;
```

[그림 7] 이미지그래픽의 실행 알고리즘

[Fig. 7] Execution algorithm of imagegraphic

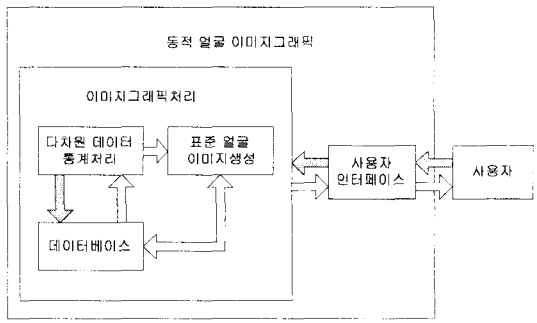
5. 이미지그래픽의 조작과 실험

5.1. 이미지그래픽 시스템의 구조

5.1.1 DyFIG의 시스템 구현

[그림 4.3.1]은 구현된 DyFIG 시스템이다. DyFIG 사용자 인터페이스는 사용자가 DyFIG 시스템과 상호 정보교환을 하도록 설계하는 것으로, 사용자와 DyFIG 시스템과의 대화 흐름 시나리오를 풀다운 메뉴와 입력에 의한 텍스트 대화로 한다

사용자 인터페이스에서의 정보 교환 목적을 위한 구현은 첫째 다차원 데이터를 표현할 수 있는 통계 그래픽스를 윈도우에서 선택할 수 있도록 하는 부분과, 둘째 다차원 데이터를 직접 변화시키면서 그 데이터에 대한 정보 또는 데이터의 구조적 특성 등의 여러 가지 정보를 실시간으로 처리하는 부분이다.



[그림 8] DyFIG 시스템의 구현

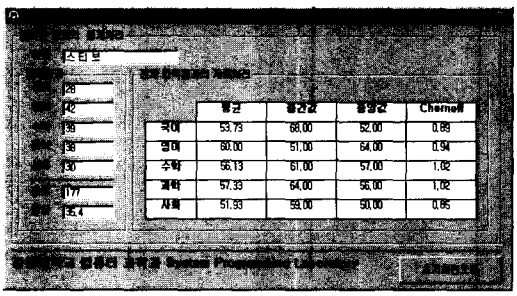
[Fig. 8] Implementation of DyFIG system

5.1.2 데이터의 변환과 조작

다차원 데이터를 표현하고 있는 여러 가지 통계들을 실시간으로 원시 점수를 표준점수와 백분위 점수로 환산한 후, 각각의 원 점수들이 모집단의 평균과 중앙값 그리고 중간 값에서의 분산을 DyFIG 이미지그래픽 모수 제어 수치로 통계처리 하는 과정이다. 이 통계처리에 의한 변환과 조작의 모든 프로시저들은 비주얼베이직으로 작성했다. 그리고, 원시 이미지는 DSC-F55 디지털카메라 입력받은 후, 이미지 전처리로 형식 틀에 맞추고 통계처리 된 평균값에 의한 체르노프 계수 값으로 표준 얼굴 이미지를 생성한다. 이 생성된 이미지에서의 모수 제어값에 의한 워핑/모핑 과정 처리는 IDL(Interactive Data Language)로 프로그램 처리하였다.

5.1.3 다차원 데이터의 입력

다차원 데이터를 입력할 준비가 되면 데이터명과 그 데이터 전체가 나타내려는 진의의 뜻을 감성 표현으로 보이려는 DyFIG에서 대응할 각각의 이미지 데이터를 관심도에 따라 얼굴의 상대적 변화가 큰 정도를 기준으로 눈의 기울기에는 국어, 입 모양에는 영어, 눈썹의 기울기에는 수학, 양미간에는 과학, 그리고 코에 사회 교과목을 대응시켰다.

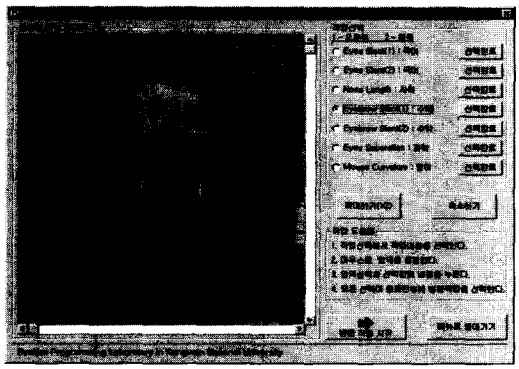


[그림 9] 입력 데이터의 입력 결과 확인

[Fig. 9] Result of input data

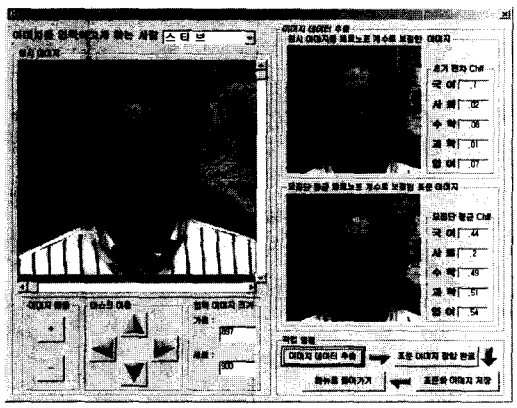
5.1.4 이미지 입력과 영역설정

스캐너나 디지털 카메라를 이용해 입력된 이미지는 [그림 5.3.12]에서 입력이 된 이미지를 얼굴 이미지그래픽으로 워/모핑해야 하므로, DyFIG 모수 제어에 이용되는 휴리스틱 알고리즘은 수축패턴의 값들로 제어되며, 설정된 필요 영역이 그레이스케일로 크기와 이미지를 조절하여 512×512 픽셀의 표준 이미지로 저장하고[그림 10] 포맷처리를 수행한다[그림 11].



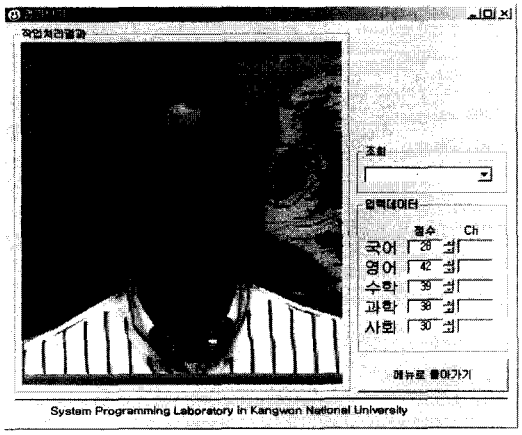
[그림 10] 워핑을 위한 얼굴 영역 설정

[Fig. 10] Face feature set for warping



[그림 11] 획득된 이미지 포맷 처리

[Fig. 11] Format processing of acquired image

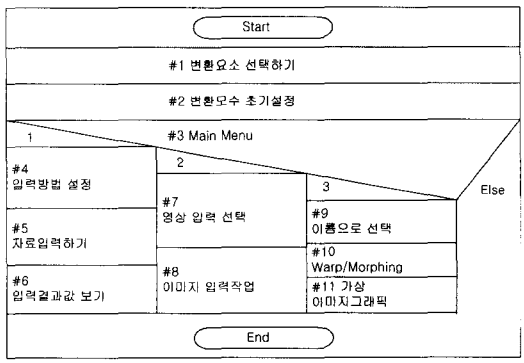


[그림 12] 가상 이미지그래픽 시뮬레이션

[Fig. 12] Virtual imagegraphic simulation

5.2 DyFIG 시스템의 운영

DyFIG 시스템 운영은 [그림 13]와 같이 흐름도에 따라 실행되며, 소프트웨어 패키지 프로그램의 특성을 가지는 시스템 실행과 종료 기능을 가지므로, 정보 표현의 운영 흐름을 순환처리(recurrence)를 기반으로 하는 11단계 프로시저 진행의 운영체제로 실행된다.



[그림 13] 정보 표현의 운영 흐름도

[Fig. 13] Operation flow of information representation

6. 결론

컴퓨터 그래픽스 시스템 환경에서 실시간 변화가 가능한 동적 그래픽스를 기반으로 하는 이론과 이미지의 워핑/모핑을 위한 이미지 결합 함수를 제시했으며, 다차원 데이터를 그래픽스 요소로 입력받아, 이를 조작하여 가상 얼굴 이미지를 생성하였다.

DyFig 시스템에서 실시간으로 5개의 모수를 제어값으로 하고, 이를 다차원 데이터에 대응시켜 시뮬레이션 한 결과 얼굴 이미지의 표정 변화로부터 다차원 데이터 자료가 가지는 감성 표현의 변화를 확인할 수 있었다.

그러나, 제안된 이미지그래픽 시스템 모델은 컴퓨터 CRT의 2차원 평면에서 다차원 데이터 표현의 개혁이라는 평가에서는 만족할 수 있으나, 기존의 정량적인 계수를 통한 일반적인 다차원 데이터의 그래프 표시 방법에 익숙한 사람에게서 받아 들여져야 할 주관적 판단에 따르는 인식 평가문제로 남는다.

향후 연구과제는 모수 제어 요인을 더 많이 확장 개발하여 이미지변화의 구체성을 확보하는 문제와 얼굴 이미지의 칼라색상 변화 상태를 반영할 수 있는 표현 기법에 관한 확대 연구가 필요하다.

※ 참고문헌

[1] Wakimoto, K. and Taguri, M., "Consentllation Graphical Methods for Representation of Multidimensional Data", Ann. Inst. Statist. Math., A30, pp97-104, 1978.

[2] 이경미, "시각화를 통한 다차원자료의 집락분석", 박사학위논문, 성균관대학교, 1997.

[3] Tukey, J. W. and Wilk, M. B., "Data analysis and statistics: Techniques and approaches", In Proc. Symp. Information Processing in Sight Sensory Systems(P. W. Nye, ed.) pp7-27, California Institute of Technology, Pasadena, Calif., 1965.

[4] Fowlker, E. B., User's Manual for an On-line Interactive System for Probability Potting on the PDP-224 Computer, AT&T Bell Laboratories Technical Memorandum, Murray Hill. N. J., 1971.

[5] Fisherkeller, M. A. et al., PRIM-9: An Interactive Multi-dimensional Data Display and Analysis System, Association for Computing Machinery, New York, pp140-145., 1975

[6] Anderson, E., "A Semi graphical Method for the Analysis of Complex Problems", Technometrics, vol. 2, pp387-391, 1960.

[7] Iversen, Philip W, Dynamic Graphics for Experimental Design(Cook's Method), Iowa State Univ., 1993.

[8] 차홍준, "체르노프 얼굴 그래프의 다차원 자료 특성 표현 연구", 강원대학교, 과학기술연구, vol. 33, pp32-38, 1994.

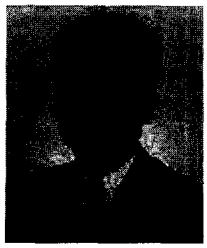
[9] 김동수, 배철수, "근육기반의 특징모델을 이용한 얼굴표정인식에 관한 연구", 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회논문집, pp416-419. 1999.

[10] 최철재, 박호식, 배철수, "HMM을 이용한 얼굴 검출과 인식", 한국해양정보통신학회 춘계학술대회 발표논문집, pp.336-341. 2000.

최 철 재

1983년 광운대학교 전자계산학과 이학사
1987년 한양대학교 전자계산학 이학석사
2000년 강원대학교 컴퓨터과학과 이학박사
1988~현재 동우대학 컴퓨터정보과 부교수
관심분야 : 멀티미디어, 영상처리, 이미지그래픽

최 진 식



1988년 성균관대학교 통계학과 경제학사
1990년 성균관대학교 통계학과 경제학석사
1999년 성균관대학교 통계학과 통계학박사
1997~현재 동우대학 컴퓨터정보과 조교수
관심분야 : 모집단 크기추정, 멀티미디어

조 규 천

1980년 숭실대학교 전자공학과 공학사
1982년 숭실대학교 전자과학과 공학석사
2001년 강원대학교 컴퓨터과학과 이학박사
1988년~현재 한림정보산업대학 컴퓨터응용과 교수
관심분야 : 멀티미디어, 영상처리, 게임제작

차 홍 준

1964년 춘천교육대학교 교육학 1정교사
1975년 숭실대학교 전자계산학 이학사
1977년 성균관대학교 자료처리학 경영학석사
1987년 성균관대학교 전산통계학 경제학박사
1978년~현재 강원대학교 전자계산학과 교수
관심분야 : 운영체제, 동적그래픽스, 시스템프로그래밍