

방한용 마스크 패턴 개발을 위한 시판 마스크 및 안면 형상의 3차원 분석

Three Dimensional Analyses of Common Masks and Facial Shapes for Development of Cold Protection Masks

엄란이 · 이예진*

충남대학교 의류학과

Eom, Ran-i · Lee, Yejin*

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University

Abstract

This study aims to examine the patterns and fit of cold protection masks sold in the South Korean market. Using three-dimension analysis, we also assessed the skin changes in the face and adherence using different vowel pronunciations, in order to obtain basic data to develop optimal cold protection masks. Typical mask shapes available in the market were classified into three types. The flat masks without sewing lines had rectangular shapes that were not suitable for the facial shape, and caused pressure in the respiratory areas. The dart masks with darts had the largest inner area and cubic effect around the nose and the jaw. The cutting line masks had sewing lines in the border between the face and the jaw, allowing for respiratory space in the nose, and had a relatively superior fit. According to the findings on face vertical length changes for different vowel pronunciations, there was a noticeable change in the vertical length after pronouncing “A (Korean vowels)”, as compared to the other vowels. After drawing the contour lines of the mask under conditions for both no pronunciation and pronouncing “A” in three-dimensional facial shapes, we modeled the drawing and patterned the results in two dimension. The dart amount increased in the jaw and cheek area when pronouncing “A”. Additionally, the mask area in the face increased, and the area of the jaw decreased. Compared to the existing products, the key feature of the two-dimensional pattern was that the darts were evenly distributed in the nose, jaw, and cheek areas.

Key words: Cold protection mask, Facial shape, Korean vowels, Three dimensional analyses, Modeling

I. 서론

최근 바이러스성 감염, 기후변화에 의한 한파, 미세먼지 및 황사가 급증하면서 마스크에 대한 전반적인 관심이 증가하고 있다. 그 종류도 먼지 차단용, 유해물질 차단용,

자외선 차단용, 방한용 등 다양하다. 또한 소비자들은 건강관리에 대한 인식이 바뀌면서 마스크 착용에 대한 선호도가 상당히 늘어나고 있는 실정이다. 그러나 위험한 작업환경에서 근무하는 작업자는 여전히 불편함을 이유로 오히려 착용하지 않는 경우가 많다고 보고되고 있다(Mun

이 연구는 충남대학교 학술연구비로 지원되었음.

* Corresponding Author: Lee, Yejin

Tel: +82-42-821-6824, Fax: +82-42-821-8887

E-mail: yejin@cnu.ac.kr

© 2016, Korean Association of Human Ecology. All rights reserved.

& Jeon, 2011). 예를 들어, 겨울철 건설현장 근무자는 얼굴 부위에서 추위를 많이 느낀다고 언급하면서도(Jeong et al, 2009) 작업 시에도 방해가 된다고 착용을 꺼리며 장시간 착용 시에도 숨이 차고 답답해서 불편하다고 호소한다(Kim & Ro, 2009). 일상생활에서는 미세먼지나 황사가 심한 환경에서도 불편함 이외에 외관상의 이유로 많은 사람들이 착용 하지 않고 있다. 따라서 마스크 착용 환경(온도, 습도 등)과 착용 시 동작 등을 고려하여 목적에 따른 최적화된 마스크 개발을 하는 것은 작업자의 건강과 직결되는 의미 있는 일이다. 따라서 본 연구에서는 여러 종류의 마스크 중에서도 지구 환경의 변화로 인해 겨울철이면 등장하는 극심한 한파로부터 피부온도를 유지할 수 있는 방한용 마스크(Choi, 2013)를 개발하기 위한 기초자료를 수집하고자 하였다. 현재 방한용 마스크는 지속적으로 매출이 증가할 것이라고 전망되고 있으며(“Forsythia is in bloom a lot, but the mask sell well”, 2010) 일반인이 쉽게 접근할 수 있는 아이템이다. 방한용 마스크의 착용은 뺨 부위의 피부온도가 하강하는 것을 막아주어 얼굴을 따뜻하게 하고 손과 발의 혈류를 증가시켜 피부온도를 높여 주기 때문에(Belding et al, 1948; Choi & Ko, 2007) 겨울철에 감기 증상이 있지 않아도 외부 활동 시 착용이 장려되고 있다(Ryu, 2011). 방한용 마스크는 주로 코와 입이 포함된 안면부를 보호하는 반면형 형태로 얼굴에 찬 공기를 차단하는 보호역할을 수행하는데 마스크와 얼굴 사이의 틈으로 공기가 들어오면 방한 기능을 저하시키면서 그 역할이 상실될 수 있다. 따라서 방한기능은 기본적으로 갖추고 있으면서 얼굴에 맞는 크기와 형태로 제작하여 밀착성을 충족시키고 착용 만족도를 높일 수 있는 마스크 설계가 필요하다. 현재 마스크와 관련된 기존 연구로는 다음과 같은 것이 있다. 얼굴을 3차원 스캐닝 하여 대·중·소 사이즈로 표준 두상 모형을 제작하고 실리콘 반면형 마스크를 개발한 연구가 있으며(Han & Rhi, 2004) 남성 평균 두상 조소 모형으로 기존 마스크의 외곽라인을 따라 마스크를 모델링하여 제작하는 연구도 시도되었다(Song & Yang, 2010). 그런데 이는 몰드를 이용한 하드한 형태의 산업용 마스크로 아직까지 직물을 재단하여 제작하는 마스크 설계에 관한 연구는 찾아보기 어렵다. 얼굴에 적합한 마스크를 개발하기 위해서는 먼저 얼굴 분석이 수행되어야만 하는데 Lee et al.(2000)은 촬영된 얼굴의 사진으로, Kim(2004)와 Kim et al.(2004)은 직접측정법으로 얼굴 형태를 분석하였다. Kim et al.(2005, 2006)은 3차원 머리 스캐너를 사용하여 3차원 측정치수 자료를 얻어 얼

굴 치수에 대한 통계 분석을 실시하였고, 스캔된 3차원 머리 모형을 X·Y·Z축으로 단면정보를 얻어 연령별로 머리 크기의 변화량을 시각적으로 관찰하기도 하였다. Choi et al.(2010)은 머리 형태를 분류하여 단층 방사선촬영으로 머리의 체표면과 경조직 데이터를 획득하기도 하였다. 그러나 여전히 얼굴에 대한 형상 분석이 다각도로 실시되지 않아 3차원 분석의 장점을 한껏 활용하지는 못하고 있다. 방한용 마스크 개발은 앞서 언급했듯이 밀착성과 동시에 장시간 착용 시 호흡이 용이해야 하며 착용 불편함이 없는 제품이어야 하므로 우선적으로 기존 제품의 문제점 파악과 얼굴에 대한 3차원 분석이 필수적이다.

그러므로 본 연구에서는 시중에서 대표적으로 판매되고 있는 방한용 마스크를 구매하여 패턴 분석과 착용감 평가를 통해 문제점을 도출하고자 하였다. 그리고 마스크 착용 시, 모음발음에 따른 안면의 피부 신장 및 형상 변화를 3차원적으로 분석하여 얼굴 형태에 근거한 최적화된 마스크 패턴 개발의 기초자료로 활용하고자 하였다. 즉 본 연구 결과는 추후 최적화된 착용감을 제공하며 안면부의 움직임이 고려되고 보온의 효과를 지닌 최종 제품 개발에 사용 할 예정이다.

II. 연구방법

1. 시중에서 판매되는 마스크 선정

현재 시판되고 있는 방한 마스크 제품 중, 오픈마켓 쇼핑몰에서 판매되고 있으며 상품만족도가(99%) 높은 것으로 선정하여 구입하였다. 판매중인 대부분의 방한 마스크는 색상과 디자인의 변형이 주가 되어 생산되고 있었다. 본 연구는 시판 제품의 형태 분석이 주요한 목적이었기 때문에 대표적 스타일이면서 봉제법이 다른 마스크 3종을 선정하였다[Figure 1]. 선정된 3개의 방한 마스크 제품들은 면과 폴리에스터 원단으로 제작되어 있었다.

2. 시중에서 판매되는 마스크의 2차원 패턴 분석

기존 방한 마스크 제품의 패턴을 분석하기 위해 봉제선을 모두 제거한 후 평평한 바닥에 주름이 없도록 펴놓고 움직이지 않도록 고정시킨 후 각 항목에 대해 줄자로 치수를 측정하였다. 그리고 이에 근거하여 Yuka CAD 프로그램(Youthhitech, Co, Ltd., Korea)에서 패턴화를 하였

다. 현재 마스크 패턴은 도안과 치수만 제시되고 있는 실정이므로 제도 항목별로 명칭이 별도로 정해져 있지 않다. 따라서 Japan Homemaker Life Cycle(2014)를 참고하여 본 연구에서의 마스크 측정항목에 대한 명칭과 정의를 안면과 대응하며 매칭하기 쉽도록 결정하였다<Table 1>. 추가적으로 마스크가 안면을 얼마나 감싸는지 비교하기 위해 패턴의 면적을 측정하였다.

3. 시중에서 판매되는 마스크의 착용감 평가

착용감 평가를 위한 피험자는 20대 성인 여성을 대상으로 하였으며 Size Korea(2010)의 얼굴치수와 근접한 피험자 4인을 채택하여 실시하였다<Table 2>. 착용감 평가를 실시하기 전에 피험자의 얼굴치수를 줄자와 마틴계측기로 직접 측정하였다. 그리고 정확한 마스크 착용감 평가를 위해 Ministry of Food and Drug Safety(2010)에서 제시한 접이형 마스크 착용법을 따라 착용시켰다. 평가문항은 마스크 착용 후 발음하지 않을 때 사이즈와 보호영역의 적절성, 밀착성, 코 부위의 착용감, 턱 부위의 밀착성, 호흡 용이성,

외관, 전체적인 착용감을 묻는 문항이었으며 모음 발음 시(마스크 착용 후 ‘아’, ‘이’, ‘우’ 발음)의 밀착성을 추가하였다. 그리고 각 문항에 대해 리커트(Likert) 7점 척도로 측정하였다. ‘아’, ‘이’, ‘우’ 발음은 선행연구(Han & Willeke, 1996)에서 마스크 착용 후 말하기를 하면 밀착이 떨어진다 고 언급한 것을 근거로 선정하였다. 이 때, 척도 구성에서 1은 ‘매우 나쁘다’, 2는 ‘나쁘다’, 3은 ‘약간 나쁘다’, 4는 ‘보통이다’, 5는 ‘약간 좋다’, 6은 ‘좋다’, 7은 ‘매우 좋다’로 하였다. 자료는 IBM SPSS Statistics Ver. 20.0 프로그램을 사용하여 일원배치분산분석(ANOVA)분석과 사후검증을 위해 Duncan test를 실시하였다.

4. 시중에서 판매되는 마스크 및 동작 시 안면의 3차원 분석

1) 3차원 스캔 및 분석 프로그램

시판 마스크를 3차원으로 분석하기 위해 착용감 평가 피험자 중 1인을 선정하여 3차원 계측 기준점(코뿌리점,



[Figure 2] Winter facemask products

<Table 1> Measurement items of facemask patterns

Patterns	Measurement items
	(a) Face vertical length
	(b) Lower jaw width
	(c) Nasal dart length
	(d) Nasal dart
	(e) Jaw dart
	(f) Facial side position
	(g) Lower jawbone position
*	Pattern area

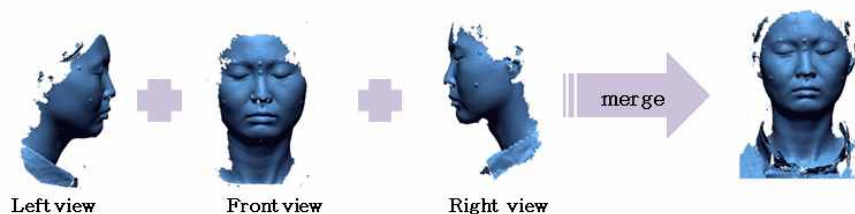
눈살점, 코끝점, 코밑점, 양쪽 볼)을 표시하고, Artec MHT™ 3차원 스캐너(VisionTech Co., Ltd, Korea)를 이용하여 안면을 3차원 스캔하였다. 먼저 3종의 방한 마스크를 착용한 상태에서 발음을 하지 않는 안면을 스캔하여 기존 마스크의 안면 밀착성을 분석하고자 하였다. 그리고 마스크 착용 없이 발음하지 않는 안면 및 ‘아’, ‘이’, ‘우’(Korean vowels : ‘A’, ‘I’, ‘U’) 각각의 모음 발음을 할 때의 안면 형상을 스캔하여 안면의 변화를 관찰하고자 하였다. 모든 스캔은 세 방향에서 나누어져서 실시하였으며 [Figure 2]와 같이 병합하여 하나의 3D 안면 데이터를 만들었다. 스캔데이터는 Geomagic DesignX(3D systems Korea, Inc.) 프로그램을 사용하여 분석하였다.

2) 3차원 분석 항목

분석 항목은 다음과 같았다. 첫째로, 발음을 하지 않는 안면 상태에서 기존 방한마스크를 착용했을 때 안면부를 감싸는 피부 보호 영역 라인을 추출하고 마스크별로 비교 분석하였다. 둘째로, 안면 데이터와 마스크 데이터의 밀착되는 정도와 공간 분포를 계산하였다. ‘아’, ‘이’, ‘우’ 발음에 따른 안면 분석을 위해서는 발음을 하지 않는 안면 전체의 가로와 세로 단면 길이를 비교하였고 발음에 따른 안면의 가로와 세로 안면 각도를 함께 분석하였다[Figure 3(a)]. 그리고 입술의 최외곽 가로와 세로 길이를 측정하여 분석하였다[Figure 3(b)].

〈Table 2〉 Size specification of subjects and 2010 Size Korea

Measurement items	Subjects					2010 Size Korea	
	1	2	3	4	M	M	(SD)
Head circumference	57.8	56.0	54.5	53.3	55.4	55.3	(1.5)
Bitragion arc	36.5	35.5	35.0	35.7	35.7	34.9	(3.8)
Sagittal arc of head	34.0	31.0	28.8	29.2	30.8	28.1	(3.5)
Head height	23.8	21.5	20.8	18.3	21.1	21.3	(2.7)
Head length	19.0	18.0	17.3	17.0	17.8	17.3	(1.9)
Head breadth	15.3	15.7	15.6	15.7	15.6	14.8	(1.6)
Tragus to tragus breadth	14.3	15.6	15.4	15.3	15.2	13.8	(1.5)
Nose breadth	3.2	3.6	3.4	3.3	3.4	3.6	(0.3)
Nose height	1.9	1.8	1.5	1.1	1.6	11.8	(2.2)
Under nose_jaw tip height	7.3	6.3	6.0	6.4	6.5	6.0	(0.7)
Sellion_apex of nose height	3.2	4.5	4.6	3.6	4.0	3.5	(0.6)
Sellion_apex of nose length	4.1	4.4	4.7	3.8	4.3	4.0	(0.6)
Face length	11.6	11.1	11.2	10.4	11.1	10.5	(1.3)
Lip breadth	4.6	3.9	4.6	4.4	4.4	4.5	(0.5)

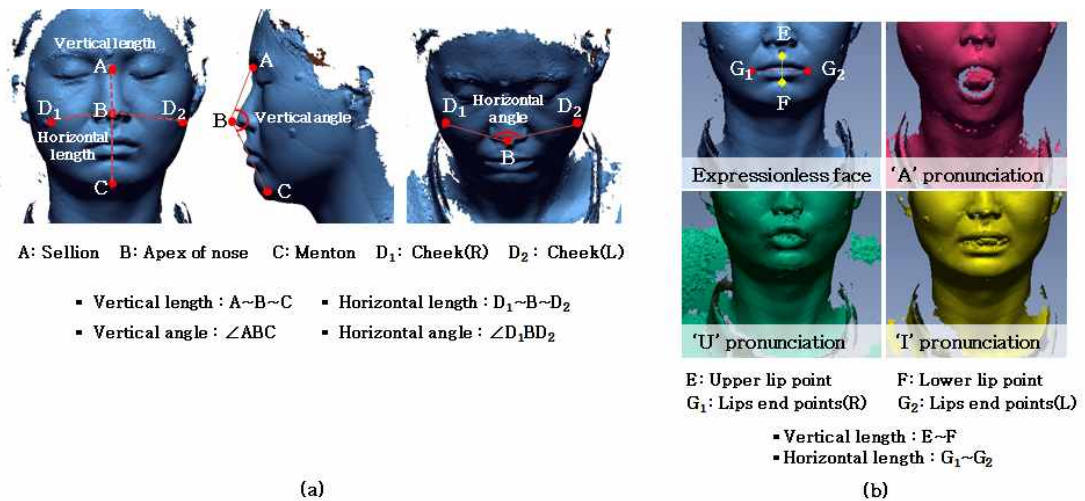


[Figure 2] Merge method of 3D face data

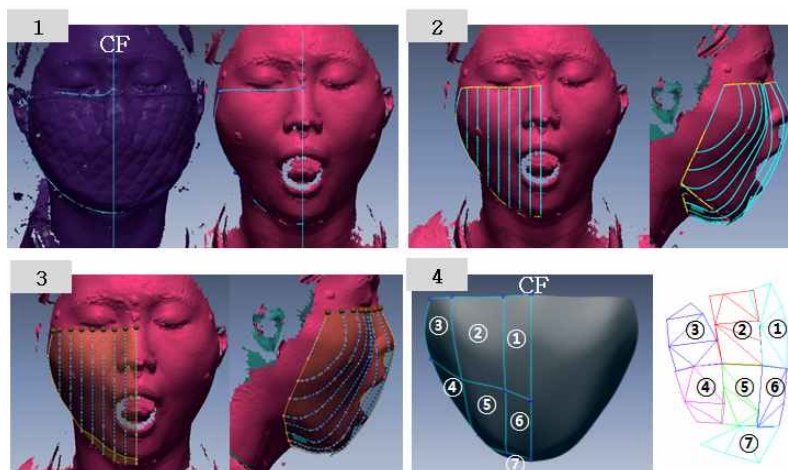
5. 마스크 패턴 프로토타입 개발을 위한 안면 모델링 및 패턴화 방법

패턴화는 앞서 스캔한 데이터를 이용하여 Geomagic DesignX(3D systems Korea, Inc.) 프로그램에서 [Figure 4]의 순서로 3차원 상에서 모델링하여 2차원으로 평면화하여 개발하였다. 모델링 방법은 구체적으로 1) 표정이 없는 안면과 피부신장이 크게 나타난 3차원 안면 데이터 위에 착용감 평가 시 우수했던 마스크 보호영역을 디자인 외곽 라인으로 적용시키고 2) 얼굴 중심선에서부터 1 cm, 2 cm, 3 cm간격으로 각각 sketch하여 모델링을 위한 가이드라인을 만들었다. 3) 가이드라인을 이용하여 Surface loft 기능으로 3차원 안면 형상을 모델링 하였다. 4) 모델

링 된 3차원 안면 형상은 2차원으로 변환되는 과정에서 생길 수 있는 오차를 최소화하기 위해 곡률변화가 생기는 부분에 절개라인을 형성하여 분할하였다. 분할된 영역은 각각 .dxf 파일로 export 시킨 후 정확성이 검증된 2C-AN(Patent 10-0767278-0000, Jeong et al, 2005; Kim et al, 2010) 프로그램에서 import하여 2차원 평면으로 전개하였다. 그리고 전개된 각각의 2차원 삼각 조각은 Yuka CAD 프로그램(Youthhitech, Co, Ltd., Korea)에서 겹치지 않도록 연결하여 패턴으로 정리하였다. 완성된 3차원 모델링 형상과 2차원 패턴의 면적을 측정하여 다시 한 번 오차가 없음을 확인하였다.



[Figure 3] Measurement items
(a) length and angle of face (b) length of lip end points



[Figure 4] 3D modeling process for patterns ('A' pronunciation)

Ⅲ. 연구결과

1. 시중에서 판매되는 마스크의 2차원 패턴 분석 결과

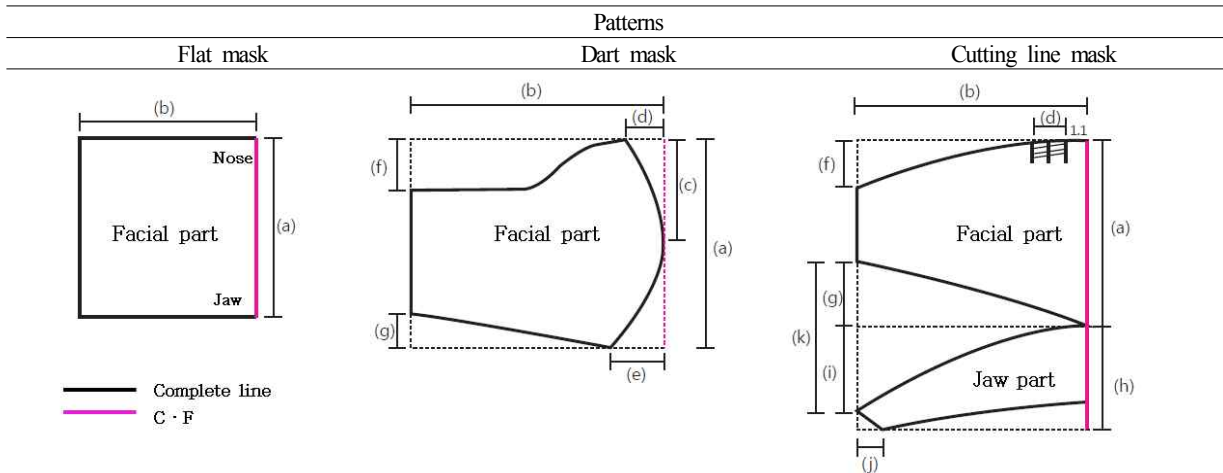
시판 제품의 패턴 측정 결과는 <Table 3>에 제시하였다. 제품 A는 직사각형 형태의 가장 단순한 패턴이었으며 ‘얼굴수직 길이(a)’항목과 ‘아래턱너비(b)’항목에서 가장 길게 측정된 것은 제품 B였으며, 패턴의 면적과 함께 봤을 때, 착용 시 코뿌리점까지 커버하면서 다른 마스크에 비해 가장 많이 안면부를 감싸는 것을 알 수 있었다. 또한 제품 B는 코부위와 턱부위에 다투가 구성되어 입체감을 형성하였다. 제품 C는 코와 턱부위가 아닌 얼굴과 턱의

경계에 9.3 cm((g)와 (i)의 측정항목을 더한 값)의 벌어짐 분량을 주고 절개된 형태로 턱부위를 감싸주는 패턴조각이 더 있었다. 코 부위는 턱(Tuck)으로 구성되어 움직임 시 길이 대응이 가능함을 알 수 있었다. 그리고 면적은 제품A < 제품B < 제품C 순으로 큼을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서 수집한 시중의 방한용 마스크 제품의 2차원 패턴은 크게 ‘평면형 마스크’(제품 A), ‘다트형 마스크’(제품 B), ‘절개형 마스크’(제품 C)로 구분 할 수 있었다.

2. 시중에서 판매되는 마스크의 착용감 평가 결과

판매되고 있는 마스크의 착용감 평가 결과는 <Table 4>

<Table 3> Result of pattern measurement by product in market



Measurement items		Flat mask (Product A)	Dart mask (Product B)	Cutting line mask (Product C)
(a)	Face vertical length	11.5cm	13.5cm	12.0cm
(b)	Lower jaw width	8.5cm	12.0cm	11.0cm
(c)	Nasal dart length	.	6.8cm	.
(d)	Nasal dart	.	1.6cm	1.6cm
(e)	Jaw dart	.	2.5cm	.
(f)	Facial side position	.	3.3cm	3.2cm
(g)	Lower jawbone position	.	2.3cm	4.3cm
(h)	Jaw height	.	.	6.4cm
(i)	Space of the face-jaw	.	.	5.0cm
(j)	Jaw depth	.	.	1.2cm
(k)	Cutting line dart	.	.	9.3cm
*	Pattern Facial part area	97.8mm ²	116.2mm ²	95.1mm ²
	Jaw part area	.	.	40.9mm ²

* (h)-(k) : only measurement on cutting line mask(product C)

에 나타내었다. 사이즈(크기), 보호영역(착용면적), 턱 부위를 잘 감싸는가에 대해서는 마스크 간에 유의한 차이가 없었다. 마스크 착용 후 발음하지 않을 때의 밀착성에 대해서도 만족도 차이가 나타나지 않았지만 ‘아’, ‘이’, ‘우’ 발음을 해 본 다음 밀착성 평가를 실시한 결과에서는 절개형 마스크의 평가가 높게($p<.01$) 나타났다. 절개형 마스크는 <Table 3>에서 전개한 패턴을 보면 얼굴과 턱 부의 경계에 절개선이 구성되어 있는데 이것이 안면의 움직임을 방해하지 않도록 도와주는 역할을 한 것으로 생각된다. 코 부위에 대한 착용감에 대해서는 평면형 마스크의 평가가 가장 낮게 나타났다($p<.05$). 그리고 평면형 마스크는 코와 아래 입술을 압박하여 피험자가 불편함을 느꼈는데 이는 직사각형 패턴이기 때문에 입체적인 안면형상을 따라가지 못하여 발생된 것으로 사료된다. 특히 평면형은 얼굴에 고정이 잘되지 않아 움직임이 발생함으로써 밀착성이 떨어지는 것을 확인하였다. 호흡의 용이성과 외관형태에 대해서는 절개형 마스크가 우수하게 나타났고($p<.01$) 전체적인 착용감 평가도 평면형 < 다트형 < 절개형 순으로($p<.05$) 나타나 절개형 마스크 패턴이 대체로 우수함을 알 수 있었다. 반면 다트형 마스크는 호흡이 위로 빠져나가 안경 착용 시 김서림이 발생할 수 있는 문제점이 관찰되었다. 결과적으로 마스크 패턴 시 안면의 형

상이 고려되어야하고 적절한 안면과의 밀착성과 착용 시 불편함이 없어야 하며 호흡의 용이함도 매우 중요하게 고려되어야 함을 알 수 있었다.

3. 시중에서 판매되는 마스크 착용 시 3차원 밀착 및 공간 분포

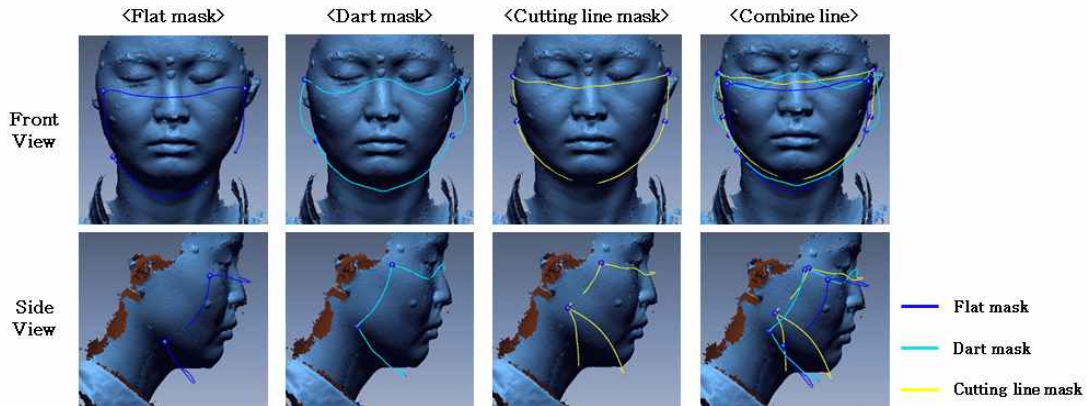
마스크의 보호영역을 도출한 결과[Figure 5], 앞모습에서는 다트형 마스크의 옆면이 밀착되지 못하고 들떠있는 형상이었다. 얼굴의 옆면에서는 평면형에 비해 다트형과 절개형이 넓게 감싸고 있는 형상이었지만 절개형이 턱 부위를 특히 잘 감싸고 있는 형태였다. 그러나 평면형은 턱 부위가 들떠있는 형상을 띄고 있어 밀착성에서 매우 떨어짐을 알 수 있었다.

마스크의 밀착정도를 보면[Figure 6], 평면형 마스크에서는 코와 입부분의 밀착정도가 거의 0에 가까운 수치로 나타나 착용감 평가에서 피험자들의 압박감을 느낀다는 결과를 뒷받침하였다. 다트형 마스크는 뺨 부위를 제외하고 안면의 중심부위는 빈공간이 형성되어 호흡이 용이할 수 있지만 옆 부분이 벌어지고 있어 보온성을 저하시킬 수 있음을 관찰하였다. 절개형 마스크는 코와 입 부분을 제외하고 비교적 밀착되는 영역이 많은 것으로 보였다.

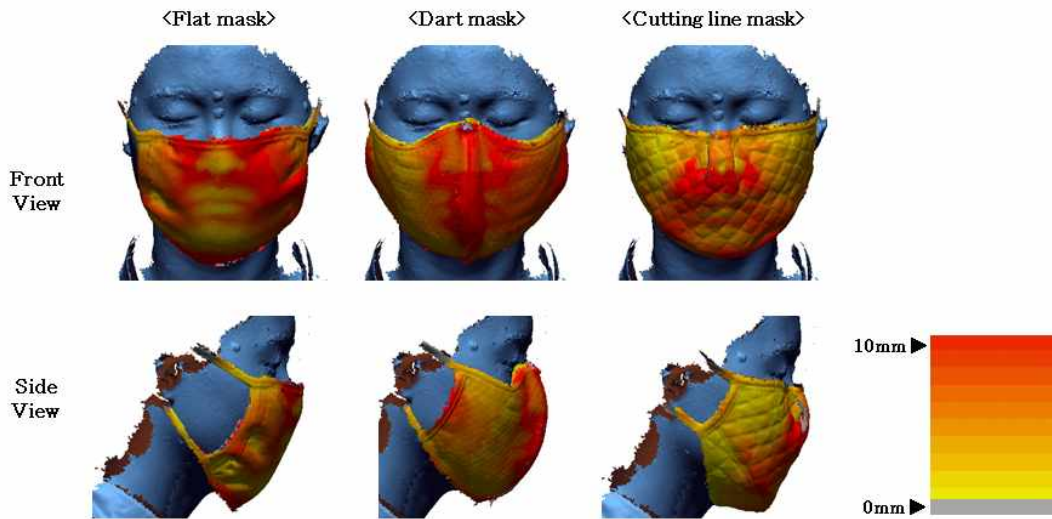
<Table 4> Result of wearing test facemask by product in market

Items	Product A	Product B	Product C	F	p	
	M(SD)	M(SD)	M(SD)			
1. Is the size appropriate?	4.5(6)	6.0(0)	6.0(1.4)	3.857	.062	
2. Is the protected area (wearable area) appropriate?	5.0(8)	5.8(5)	6.5(1.0)	3.522	.074	
3. Is it fitting well?	5.0(1.2)	5.0(1.4)	6.3(1.5)	1.119	.368	
Expression-less face (1-8 items)	4. Is the wearing sensation of nose good?	3.5(1.0)^A	5.0(1.2)^B	5.8(5)^B	6.097	.021*
	5. Is the cover of jaw area appropriate?	3.5(2.4)	4.3(2.1)	6.5(1.0)	2.679	.122
Pronunciation face (9 items)	6. Is the breathing easy?	2.8(1.5)^A	3.8(1.7)^A	6.8(5)^B	9.600	.006**
	7. Is the appearance good?	3.5(6)^A	4.3(1.0)^A	6.5(6)^B	18.474	.001**
	8. Is the whole wearing sensation comfortable?	3.0(1.4)^A	4.8(1.3)^{AB}	6.3(1.5)^B	5.443	.028*
	9. Is it fitting well during pronunciation?	3.0(8)^A	3.0(1.6)^A	6.5(6)^B	13.364	.002**

Duncan test A<B. * $p<.05$, ** $p<.01$



[Figure 5] Protected area outline of facemask by product in market



[Figure 6] Mesh deviation between face and facemask by product in market

4. 발음 없는 동작과 모음발음 시 피부 길이 변화 및 각도 분석 결과

발음 동작에 따른 안면 분석 결과는 <Table 5>와 같다. 세로 안면 길이에서 ‘아’ 발음 시 동작 전에 비해 약 4cm가 증가하는 것으로 나타났고 세로의 안면각은 11.7° 감소하였다. 그러나 가로 안면 길이는 발음 종류에 상관없이 동작 전과 거의 비슷하였다. 이러한 결과는 안면 동작 시에도 얼굴을 잘 감쌀 수 있도록 하기 위해서는 세로 길이가 커버될 수 있도록 여유가 포함되어야 하며 각도가 작아지면서 안면 형상이 더욱 볼록하게 되므로 다트의 양으로 이를 조절해야 함을 알 수 있었다. 발음 동작에 따른 입술의 최외곽 가로길이와 세로길이에서 가로길이는 대부분 약간 감소하는 반면에 세로길이는 모두 신장되는 결과

를 보였다. 특히 ‘아’ 발음 시 약 3cm나 피부 길이가 증가하였다. 이는 전체 안면 세로 길이 증가량 중 입술 최외곽 세로 길이의 증가량이 약 74% 차지하므로 마스크를 착용한 상태에서도 원활하게 대화를 나눌 수 있도록 입술부위에 적당한 공간이 설계되어야 함을 시사하고 있다.

5. 마스크 패턴 프로토타입 개발을 위한 안면 모델링 및 패턴화 결과

동작이 없는 안면 데이터와 3차원 분석 결과를 통해 피부 신장이 크게 나타난 ‘아’ 발음 동작의 안면 데이터를 이용하여 모델링하였다. 이 때, 보호영역(착용면적)은 착의 평가와 마스크의 3차원 분석 결과를 통해 가장 좋은 결과

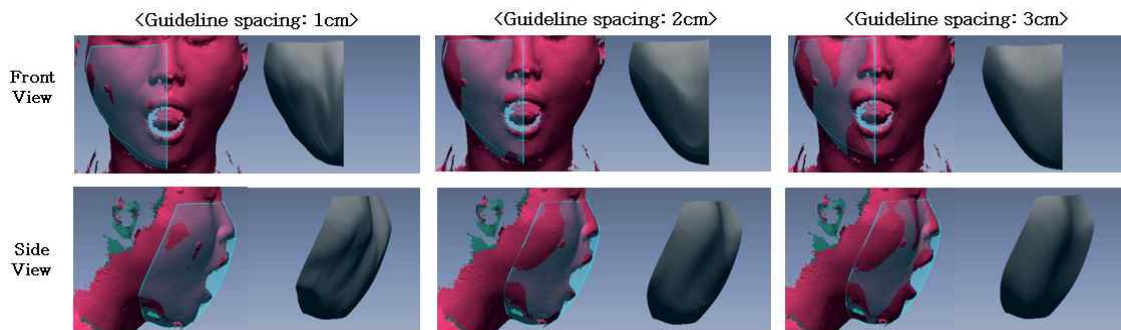
를 보였던 절개형 마스크의 외곽라인을 사용하였다. 가이드라인 간격에 따른 모델링 결과[Figure 7], 1cm 간격일 때는 모델링의 형상이 매끄럽지 못하여 부적합하였으며 3cm 간격으로 모델링 시 안면형상을 따라가면서도 가장 매끄럽게 모델링이 되었다. 안면 형상과 같이 오목과 볼록의 굴곡이 있는 경우에는 매끄러운 곡면의 모델링을 위해 가이드라인 간격이 너무 촘촘한 것보다는 적당한 간격이 필요함을 알 수 있었다. 모델링 후 3차원 상에서 모델

링한 마스크의 면적을 측정할 결과, ‘이’발음을 할 때 면적(139.0mm²)이 발음하지 않을 때 면적(113.5mm²)보다 더 크게 측정되었다. 이는 피부 신장 변화 분석 결과와 일치하므로 모델링이 잘 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

모델링된 3차원 안면을 프로그램에 의해 2차원으로 전개한 삼각조각과 이를 기존 제품에 근거하여 조합한 패턴을 [Figure 8]에 나타내었다. 그리고 구체적인 2차원 패턴 치수를 정리한 결과는 <Table 6>과 같다.

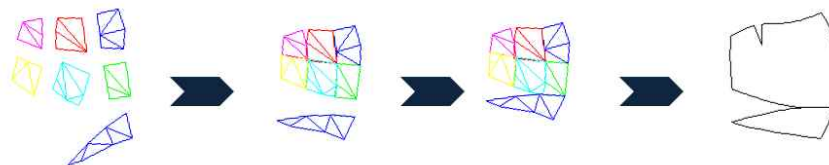
(Table 5) Result of length and angle of face and length of lips end points

Pronunciation	Face length(cm)		Face angle		Lips length(cm)	
	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal
Expressionless face	13.2	16.2	145.3°	116.3°	1.8	5.0
‘A’	17.5	16.4	133.6°	115.6°	5.0	4.4
‘U’	14.1	15.8	141.6°	116.2°	2.9	4.5
‘I’	13.2	16.2	140.8°	119.8°	2.4	5.3

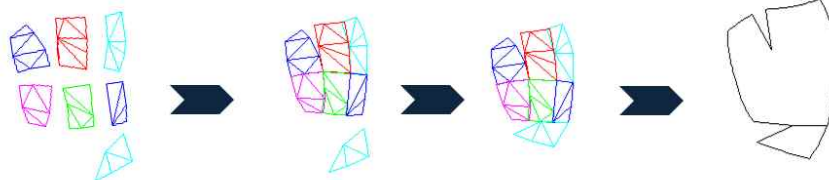


[Figure 7] 3D modeling in accordance with the guideline spacing

<Patterns of Expressionless face>

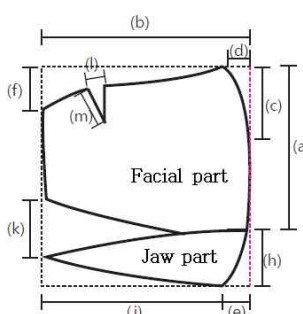
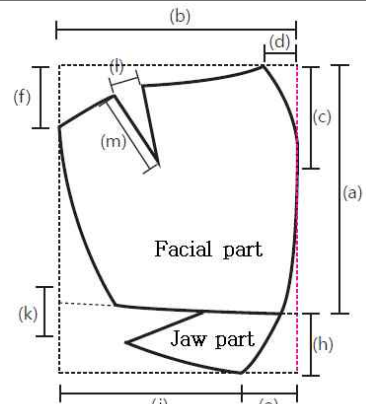


<Patterns of ‘A’ pronunciation>



[Figure 8] Obtaining 2D pattern from 3D scan data using 2C-AN and Yuka CAD

<Table 6> Result of 3D patterns

Expressionless face		'A' pronunciation	
			
Measurement items		Expressionless face	'A' pronunciation
(a)	Face vertical length(cm)	10.1	13.2
(b)	Lower jaw width(cm)	11.1	11.4
(c)	Nasal dart length(cm)	6.2	4.0
(d)	Nasal dart(cm)	1.4	1.5
(e)	Jaw dart(cm)	1.4	2.6
(f)	Facial side position(cm)	2.6	3.5
(g)	Lower jawbone position(cm)	.	.
(h)	Jaw height(cm)	3.3	3.5
(i)	Space of the face-jaw(cm)	.	.
(j)	Jaw depth(cm)	9.7	8.7
(k)	Cutting line dart(cm)	3.5	2.1
(l)	Cheek dart(cm)	0.8	1.5
(m)	Cheek dart length(cm)	2.2	4.2
*	Pattern area	Facial part (mm ²)	91.2
		Jaw part (mm ²)	22.3

패턴의 큰 특징은 다투형과 절개형 마스크의 복합적인 형태이면서 기존제품에서는 나타나지 않았던 안면의 굴곡이 두드러지는 볼록한 뺨 부위에 다투가 생긴 것이었다. 먼저 발음 하지 않는 안면일 때와 '아' 발음 일 때를 비교하면, '아' 발음 시에는 발음하지 않았을 때 보다 얼굴수직길이(a)가 길어졌다. 이는 발음 동작에 따른 안면 변화 결과<Table 5>에서 세로길이가 길어진 것과 유사하나 그 수치가 약 1 cm 정도 줄어들었다. 따라서 동작 시 늘어난 길이보다는 적은 여유분이 마스크 패턴에 적용되면 적합함을 알 수 있었다. 또한 코 부위의 다투 길이(c)가 짧아졌고, 턱(e)의 다투양이 커졌다. 또한 뺨부위(l)의 다투양도 커지면서 다투의 길이(m)가 길어졌다. 반면에 안면부-턱

부의 경계선 다투양(k)은 작아졌다. 그리고 패턴 면적에서는 '아' 발음 시, 안면부의 면적이 커지면서 턱부의 면적은 작아졌다. 이러한 결과를 통해 안면 동작을 고려하지 않고 동작이 없는 안면형상만으로 제품을 개발할 경우, 착용감이 낮아지고 동시에 밀착성이 떨어져 보온성까지 저하시키는 문제가 발생할 수 있을 것이다. 더불어 <Table 3>의 기존 제품인 다투형 마스크(제품B)와 2차원 전개 패턴과 비교해보니 코다트(d)에는 큰 차이가 없었고 턱다트(e) 양은 '아' 발음 시와 유사하였다. 절개형 마스크(제품C)와 비교했을 때는 2차원 전개 패턴이 기존제품보다 턱부위를 감싸는 길이가(h) 약 3 cm 짧았고 절개다트의 양(k)이 약 6-7 cm나 작았다. 이는 안면을 패턴화 할

때 다투가 코와 턱, 뺨부위에 골고루 분산되었기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 따라서 얼굴 특성 및 봉제 공정을 반영하여 다투선의 위치를 적절하게 선정하고 안면 동작을 고려하여 적합한 다투 양을 넣어주거나 세로길이 변화에 대응하는 플리츠나 개더법을 사용한다면 안면형태 및 안면 동작 시에도 더욱 잘 맞는 마스크제작이 가능할 것으로 사료 된다.

IV. 결론

본 연구에서는 추후 밀착성이 우수하며 착용감이 뛰어난 최적의 방한용 마스크를 개발하기 위해 기존 제품에 대한 착용감 및 3차원 분석을 통해 문제점을 파악하였으며 모음 발음에 따른 안면의 피부신장 변화를 관찰하였다.

기존 마스크의 착용감 평가 결과 봉제선이 없는 평면형 마스크는 직사각형 형태로 얼굴형상을 그대로 반영하지 못하였고 호흡부위의 압박감이 다소 발생하였다. 다투가 있는 다투형 마스크는 가장 큰 안면부 면적을 가졌으며 코와 턱 부위에 다투로 입체감이 형성되었으나 뺨 부위의 밀착성이 떨어져 그 사이로 공기가 들어가 보온성을 저하시킬 수 있는 형태였다. 절개형 마스크는 얼굴과 턱의 경계에 봉제선이 있었고 다른 마스크에 비해 코의 호흡 공간을 가지면서도 전체적으로 밀착성과 착용감이 우수한 것으로 평가되었고 보호영역에서도 절개형 마스크에서 턱 부위까지 밀착하여 감싸고 있는 형태를 띄고 있어 굴곡이 있는 안면에 적합한 입체 형태로 설계하는 것이 착용 만족도를 높여줄 수 있었다. 모음발음에 따른 안면의 피부 신장 변화 결과는 ‘아’발음 시 세로 피부 신장 길이 변화가 다른 모음 발음에 비해 크게 나타났고 안면각은 감소하였다. 반면 가로 안면 길이와 가로각도는 발음 종류에 상관없이 동작 전과 거의 비슷하였다. 즉 안면 동작에 따른 피부 신장 변화는 ‘아’발음에서 세로길이가 길어지고 세로각이 작아지므로 마스크 패턴 설계 시 이러한 사항이 고려되어야 함을 인식하였다. 그리고 3차원으로 안면형상과 같이 오목과 볼록의 복잡하고 정교한 곡면이 많은 형상을 모델링 시 자연스러운 곡면으로 표면이 만들어지도록 모델링을 위한 가이드라인 간격을 좁게 하지 않는 것 하는 것이 적합함을 확인하였다. 발음을 하지 않는 상태와 ‘아’발음일 때의 3차원 안면 형상을 모델링하여 2차원 패턴화 한 후 비교한 결과 ‘아’발음일 때 턱과 뺨 부위의 다투양이 커졌다. 또한 입이 벌어지면서 안면부의

마스크 면적은 커지고 턱부의 면적은 줄어들었다. 기존 제품인 다투형 마스크와 2차원 전개 패턴을 비교해보니 코다트에는 큰 차이가 없었고 턱다트 양은 ‘아’발음 시와 유사하였다. 절개형 마스크와 비교했을 때는 2차원 전개 패턴이 기존제품보다 안면부와 턱부사이의 절개다트의 양이 매우 작아졌다.

종합적으로 얼굴의 곡면 특성과 발음 동작 시의 피부길이 변화 현상이 고려되지 않은 마스크 패턴은 불쾌한 압박감, 벌어지는 현상, 보온성 저하 등과 같은 문제점의 원인이 됨을 시사하고 있다. 본 연구에서는 3차원 데이터 상에서 시각적으로 입체형상을 확인하며 개발하고자 하는 제품을 모델링을 할 수 있음을 확인하였으며 이러한 모델링은 실물 제작 없이 디자인 평가 자료로도 활용될 수 있는 가능성을 타진하였다. 더불어 최적화된 착용감과 안면부의 움직임이 고려되고 보온의 효과를 지닌 최종 제품 개발 시 기초자료로 사용할 수 있어 연구의 의의가 있다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 제시한 마스크 패턴 치수는 평균에 속하는 여성의 안면 데이터만을 사용하였기에 남녀 공용으로 일반화하기에는 제한이 있으므로 남성을 대상으로 한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다. 또한 이렇게 개발된 방한용 마스크가 실제 제작 후, 착용 시에 적합한지에 관해서 착용자 피드백 등을 통한 심도 있는 검증연구를 실시할 예정이다. 추후 지속적으로 3차원 프로그램을 활용한 다양한 실생활 아이템 개발이 이루어질 것으로 기대된다.

주제어: 방한용 마스크, 안면 형상, 모음 발음, 3차원 분석, 모델링

REFERENCES

- Belding, H. S., Macht, M. B., & Bader, M. E. (1948). Indirect peripheral vasodilation produced by the warming of various body areas. US Army Quartermaster Research Develop Center, Natick, Massachusetts Environmental Protection Report. Natick, MA: US Army, 132.
- Choi, J. H. (2013). An analysis on the application of functional mask for protection in fashion mask. *Fashion & Textile Research Journal*, 15(6), 821-861.

- Choi, J. W. & Ko, E. S. (2007). Development and evaluation of protective equipment for construction workers in winter. *Proceedings of the Korean Society of Clothing and Textiles*, Korea, 222.
- Choi, Y. L., Kim, J. S. & Nam, Y. J. (2010). Classification of head shape and 3-dimensional analysis for Korean men. *Journal of the Korean Society for Clothing Industry*, 12(6), 812-820.
- Han, D. H. & Rhi, J. M. (2004). Development of half-masks well-fitting for Korean faces (2) -pilot study-. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 14(1), 8-17.
- Han, D. H. & Willeke, K. (1996). Day-to-day and movement-dependent variations of quantitative fit tests for an individual wearing a respirator, *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, 6(2), 176-186.
- Japan Homemaker Life Cycle (2014). Easy and simple northern Europe sewing props. Gwangju: Kohas Id.
- Jeong, J. R., Kim, H. E., & Rissanen, S. (2009). Research on winter working environment and working clothes at a construction site. *Fashion & Textile Research Journal*, 11(1), 174-179.
- Jeong, Y. H., Hong, K. H., & Kim, S. J. (2005). Method of 3D body surface segmentation and 2D pattern development using triangle simplification and triangle patch arrangement. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(9/10), 1359-1368.
- Kim, C. J. & Ro, M. K. (2009). The development of face cover designs to activate outdoor life, *Journal of the Korean Society of Costume*, 59(1), 47-59.
- Kim, H. S., Yi, K. H. & Park, S. J. (2005). An anthropometric study on the Korean female adults heads for the development of 3D craniofacial shape. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 29(2), 367-378.
- Kim, H. S., Yi, K. H. & Park, S. J. (2006). A study of standard head model for Korean adults by 3D measurement. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 30(4), 542-553.
- Kim, S. H. (2004). Analysis on the measurement and shape classification of the head and face for Korean female children aged 9-12 years. *The Research Journal of the Costume Culture*, 12(5), 757-768.
- Kim, S. H., Lee, H. M. & Choi, H. S. (2004). Analysis on the measurement and shape classification of the head and face for Korean male children aged 9-12 years. *The Research Journal of the Costume Culture*, 12(6), 933-944.
- Kim, S. Y., Jeong, Y. H., Lee, Y. J. & Hong, K. H. (2010). 3D pattern development of tight-fitting dress for an asymmetrical female manikin. *Fibers and Polymers*, 11(1), 142-146.
- Lee, K. J., Leem, H. S. & Jang, T. W. (2000). Facial measurements and analysis of Korean college students in Kyonggi province. *The Korean Journal of Vision Science*, 2(1), 95-104.
- Mun, J. H. & Jeon, E. K. (2011). A study on quarantine garment of quarantine public official. *Proceedings of the Korean Society of Clothing and Textiles*, Korea, 103-105.
- Ryu, J. H. (2011). A new year 2011 skin care plan. *Korean Industrial Chemistry News*, 14(1), 44.
- Size Korea. (2010). Search for measurement data. Retrieved April 13, 2015, from http://sizekorea.kats.go.kr/02_data/directData02.asp?OlapCode=SIZU0203
- Song, Y. W. & Yang, W. H. (2010). Half-mask interface prototype design using Korean face anthropometric data. *Journal of Korea Safety Management & Science*, 12(4), 87-92.
- Yellow dust-novel influenza : The mask to protect me? (2010). Seoul: Ministry of Food and Drug Safety.
- Yun, J. N. (2010, April 7). Forsythia is in bloom a lot, but the mask sell well. Nocutnews. Retrieved April 24, 2015, from <http://www.nocutnews.co.kr/news/702016>

Received 5 October 2016;

1st Revised 24 November 2016;

Accepted 26 November 2016