

한국인 조종사를 위한 산소마스크의 치수체계 개선

*An Improvement in the Size Category
of the Oxygen Mask for Korean Pilots*



2011. 10. 21

이백희¹, 이원섭¹, 정정림¹, 전은진¹,
손동훈², 박세권², 정대한², 김희은³, 유희천¹



¹Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH



²Department of Industrial Engineering, Air Force Academy



³Department of Clothing & Textiles, Kyungpook National University

AGENDA

- Background
 - Research Objectives
 - Method
 - Results
 - New Sizing System
 - Representative Faces
 - Discussion
-

Importance of Flight Oxygen Mask (OM)

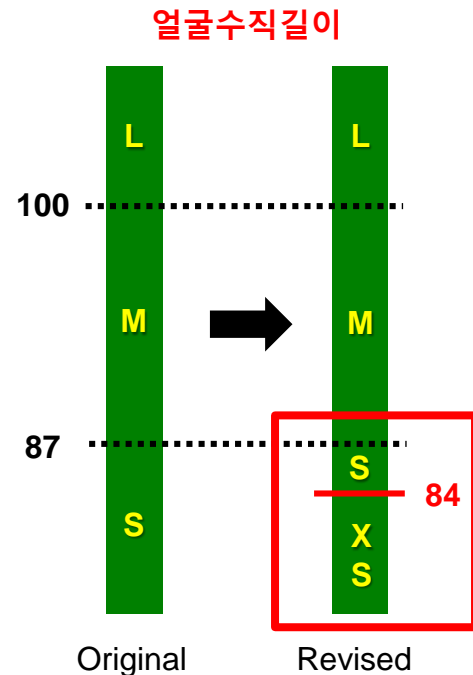
- 조종사 고성능 산소마스크(oxygen mask): 조종사가 비행하는 동안 산소가 부족한 고도의 비행환경에서 **원활한 산소 공급**을 위한 생명 장치
- 조종사들의 안면부 인체치수가 고려된 산소마스크: **산소 누설 방지** 및 **착용 안락감을 향상**시켜 임무수행의 효율성을 제고(Jeong et al., 2011)



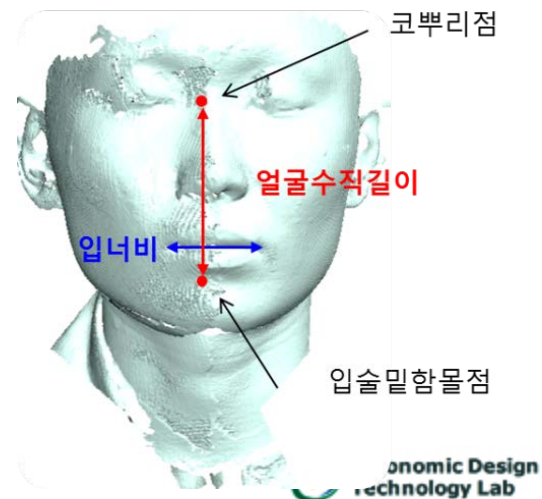
Existing OM: Sizing System

(unit: mm)

No.	Mask Size	얼굴수직길이		입너비	
		Range	Interval	Range	Interval
1	Extra Small Narrow (XSN)	< 84	-		
2	Small Narrow (SN)	84 ~ 87	3	66 ~ 82	16
3	Medium Narrow (MN)	87 ~ 100	13 (0.5 inch)		
4	Medium Wide (MW)			> 82	-
5	Large Wide (LW)	> 100	-		



- ⇒ **13 mm 치수간격:** 현재 산소마스크 재질로 **하나의 치수**에서 US Air Force 조종사들을 수용에 적합한 치수간격
- ⇒ **얼굴수직길이 치수:** 원래 3개의 치수(간격: 0.5 inch)였으나, 사용간 문제가 발생하여 **XSN이 추가적으로 분류된** 것으로 추정됨



Existing OM: Design

- 한국인 조종사들은 현 산소마스크 착용 시 일부 부위에서 산소 누설 및 코 부위에 심한 압박감을 느낌(공군본부, 2006)
 - ✓ 현재 산소마스크(Gentex Co., USA)는 US Army 인체측정자료(Gordon et al., 1988)를 기반으로 설계되어 US Air Force 조종사 안면부에 적합
 - ✓ 동양인과 서양인의 안면부 형태는 얼굴수직길이, 얼굴너비, 입너비 등의 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 알려짐(Lei et al., 2007)



⇒ 한국인 조종사 얼굴형에 적합한 산소마스크 형상 및 **치수체계**의 개발 필요
(본 연구의 대상)

Research Objective

한국인 조종사 안면유형에 적합한 산소마스크 치수체계 개발

□ 기존 산소마스크 치수체계 특성 파악

- ✓ 한국인 조종사의 현재 산소마스크 착용현황 분석
- ✓ 기존 산소마스크 치수체계의 문제점 파악

□ 한국인 조종사를 위한 산소마스크 치수체계 개발

- ✓ 세 가지 치수체계 생성방법(grid method, clustering method, optimization method)을 적용 후 수용률(accommodation percentage)과 치수 개수를 고려하여 최적 치수체계 선정
- ✓ 사용용이성(usability)을 고려한 치수크기 결정

□ 산소마스크 설계를 위한 대표얼굴 선정

- ✓ 산소마스크 설계 유관 얼굴변수들의 크기와 Euclidian distance가 가장 최소인 조종사 선정
- ✓ 선정된 조종사 얼굴의 대표성(representativeness) 평가

Research Protocol

S1. 한국인 조종사 얼굴크기 측정

- 3D scanning을 통한 mask 관련 18가지 얼굴변수 측정

S2. 산소마스크 치수체계 개발

기존 산소마스크 분석

- 중요변수(key dimension) 측면의 수용율 분석
- 기존 산소마스크 착용현황 분석

새로운 치수체계 개발

- 치수 개수, 수용율이 고려된 최적 치수체계 선정
- 사용용이성이 고려된 치수간격 조정

S3. 산소마스크 설계를 위한 대표얼굴 선정

다양한 방법이 적용된 대표얼굴 후보 선정

- 얼굴변수 normalization 유무
- Euclidian distance 고려 시 가중치 적용 유무

대표성(representativeness) 평가

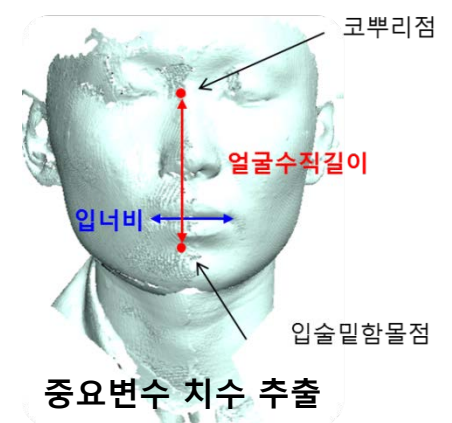
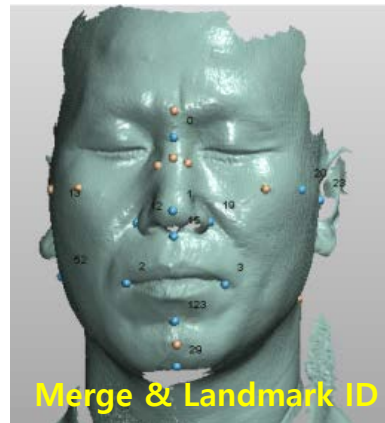
- Euclidian distance 평균, SD
- Mask 설계변수 별 가중치

Measurement of Facial Variables

□ 조종사 안면부의 3D 측정을 18가지 얼굴변수 측정

※ 18가지 얼굴변수: 얼굴너비, 귀구슬-턱끝둘레, 귀구슬-코밑점둘레, 협골-턱끝둘레, 앞턱끝점-턱끝점길이, 얼굴수직길이(코뿌리점-턱끝점), **얼굴수직길이(코뿌리점-입술밑 함몰점)**, 코 길이, 코 높이, 턱끝점-코돌출뼈수직길이, 턱끝점-코밑점길이, 턱끝점-입술밑함몰점수직길이, 턱끝점-앞턱끝점수직길이, 앞턱끝점-코돌출뼈수직길이, 코뿌리너비, 코너비, **입너비**, 턱너비

순서	과정	세부 내용	
1	Scanning	계측기기	Rexcan 560 (Solutionix Corp., Korea)
		계측순서	① 특수 제작된 암막(150 × 150 × 170 cm) 안에 조종사 착석 ② 안면부위 scanning: 5개 방향 ⇒ 정면, 측면 (좌/우 30°, 60°)
2	Merge & Landmark ID	Program	Rapidform 2006 (Solutionix Corp., Korea)
3	Analysis	Program	MATLAB™ 2008a (MathWorks, Inc., USA)

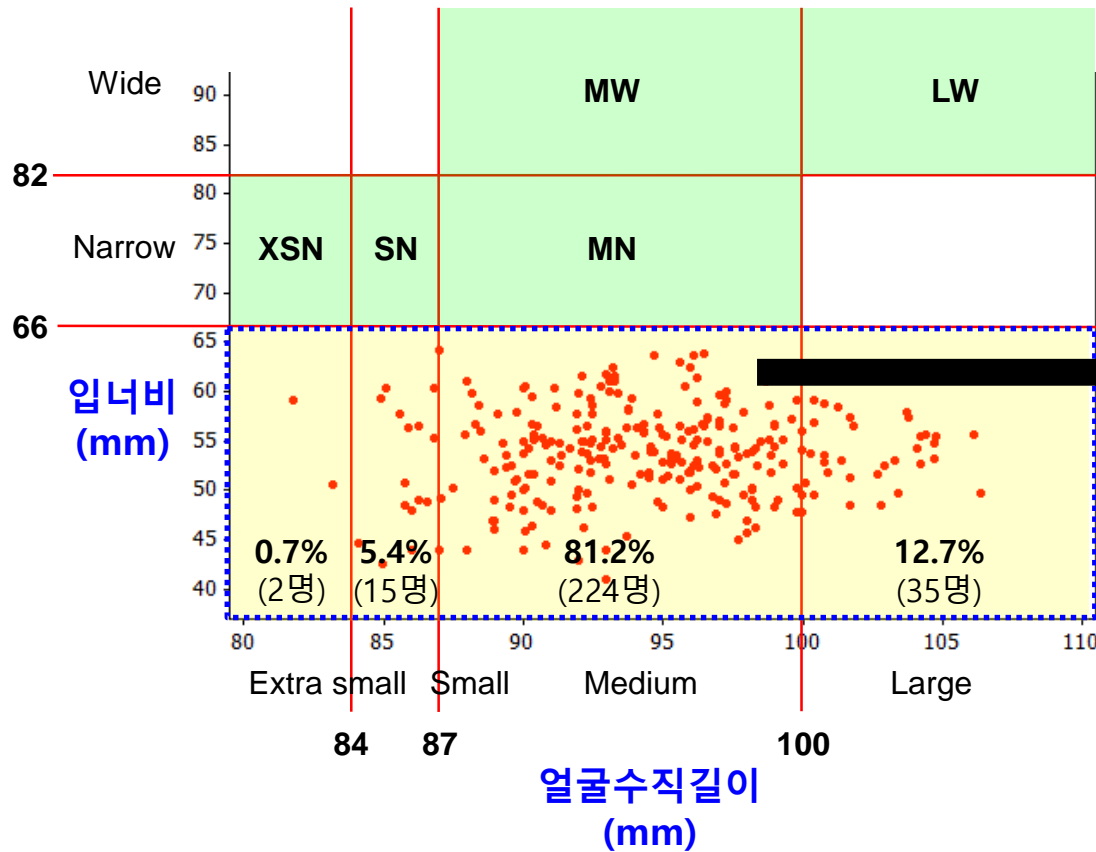


Korean Pilot Sample Data

- 향후 공군 조종사의 **성별 비율(여성 : 남성 = 1: 9)**이 고려된 **276명** 사용
 - ✓ Age: 남성 31.4 ± 9.7 세, 여성 20.9 ± 2.0 세
 - ✓ Position: 남성 조종사 248명, 여성 조종사 4명, 여성생도 24명
 - ✓ 측정된 조종사 data(305명)에서 성별 비율을 만족하는 최대 case 수를 추출하여 사용

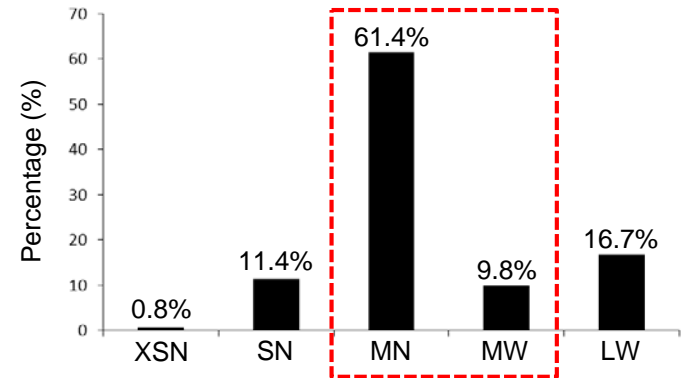


Accommodation Analysis of Existing OM Sizing System



입너비: 현재 치수체계에 포함되는 한국인 조종사 없는 것으로 나타나 **분류기준이 부적절**한 것으로 판단됨

얼굴수직길이: M size가 다수의 모집단(81%) 수용



(n = 276; unit: mm)

No.	중요변수	Mean	S.D.	Min	Max	Max - Min	5 th percentile	95 th percentile	95 th - 5 th percentile
1	얼굴수직길이	94.4	4.7	81.8	106.4	24.6	83.0	105.2	22.1
2	입너비	53.7	4.5	41.0	64.3	23.3	42.2	63.1	21.0

Wear Analysis

- 공군 조종사의 **32.8%**가 얼굴수직길이 측면에서 본인의 얼굴크기와 **상이한** 산소마스크 착용

Relative frequency (%)		측정치 기반 치수				Total
		XS	S	M	L	
실제 착용 치수	XS (<84 mm)	-	-	0.8	-	
	S (84~87 mm)	0.4	2.0	9.8	0.4	
	M (87~100 mm)	0.4	2.9	60.2	7.4	
	L (> 100 mm)	-	-	10.7	4.9	
Total						100%

XS의 얼굴크기는 없는 것으로 나타나
XS와 S는 통합 가능

< Total >

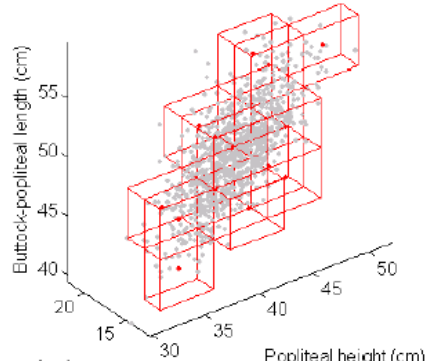
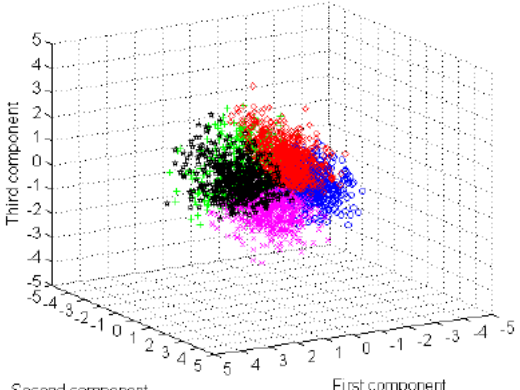
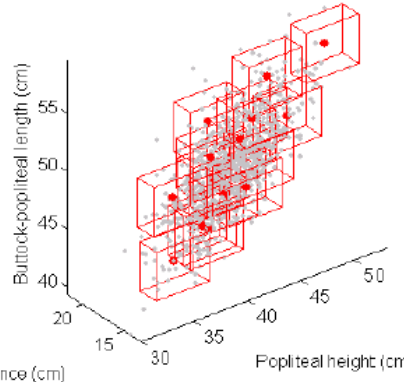
더 크게 착용: **14.3%** (35/244)
일치하게 착용: **67.2%** (164/244)
더 작게 착용: **18.4%** (45/244)

더 크게 착용: 10.7%
일치하게 착용: 60.2%
더 작게 착용: 10.6%

M size (치수간격: 13 mm)로 측정된
조종사들이 S나 L size도 사용

← 현재 산소마스크 **재질의 신축성**이 상당히
좋은 것으로 파악됨

Generation Methods of Sizing System

	<p><i>Grid</i> method (Robinette and Annis, 1986)</p>	<p><i>Clustering</i> method (Laing et al., 1999)</p>	<p><i>Optimization</i> method (McCulloch et al., 1998)</p>
<p>Illustration (number of key dimensions = 3)</p>			
<p>Generation method</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 목표수용비율을 만족하는 일정한 격자를 형성하여 각 격자의 중심을 치수체계로 결정하는 방법 • 설계허용공차(치수크기)를 고려하여 각 격자의 크기 결정 	<ul style="list-style-type: none"> • K-means cluster analysis를 적용하여 각 군집의 중심을 치수체계로 결정하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • McCulloch et al. (1998)이 고안한 최적화 알고리즘을 적용하여 각 군집의 중심을 치수체계로 결정하는 방법

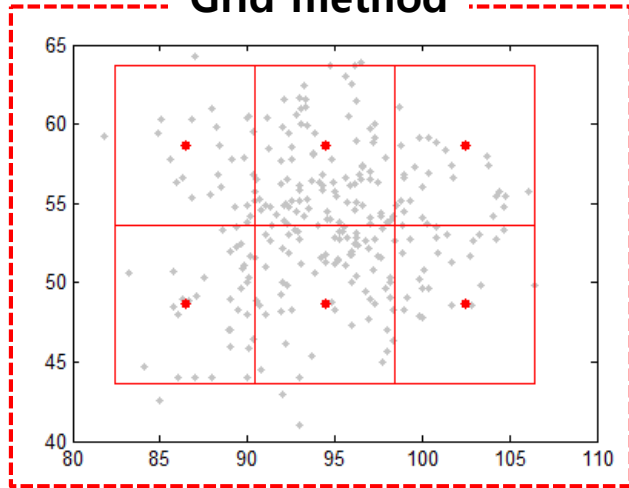
⇒ 목표 인구수용비율: **95%**

⇒ 치수간격: **10 mm** (조종사 얼굴크기와 치수 크기의 차이 ↓)

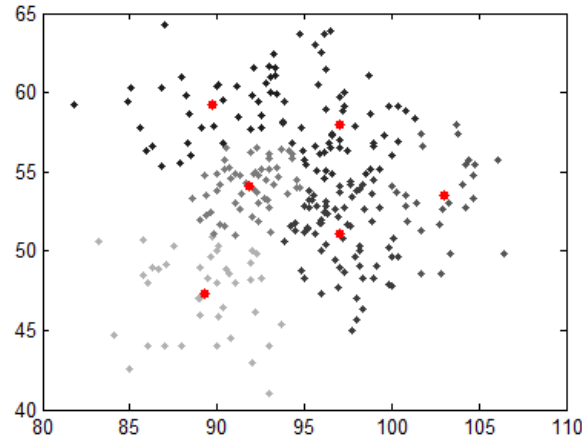
Comparison of Generated Sizing Systems

□ 수용비율, 치수개수, 간편성을 고려하여 **grid method가 적용된 치수체계**가 선정됨

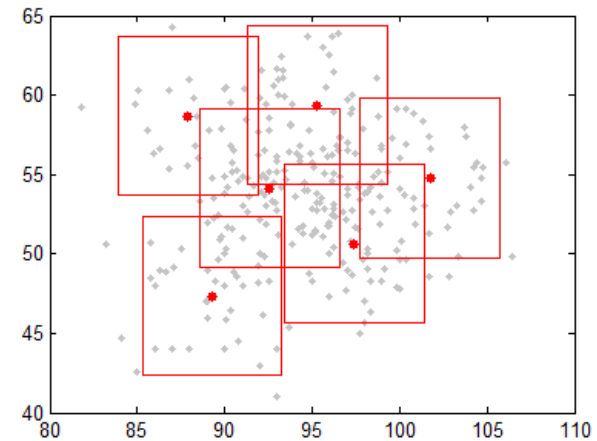
Grid method



Clustering method



Optimization method



치수개수:

6개

6개

6개

수용비율:

97.1%

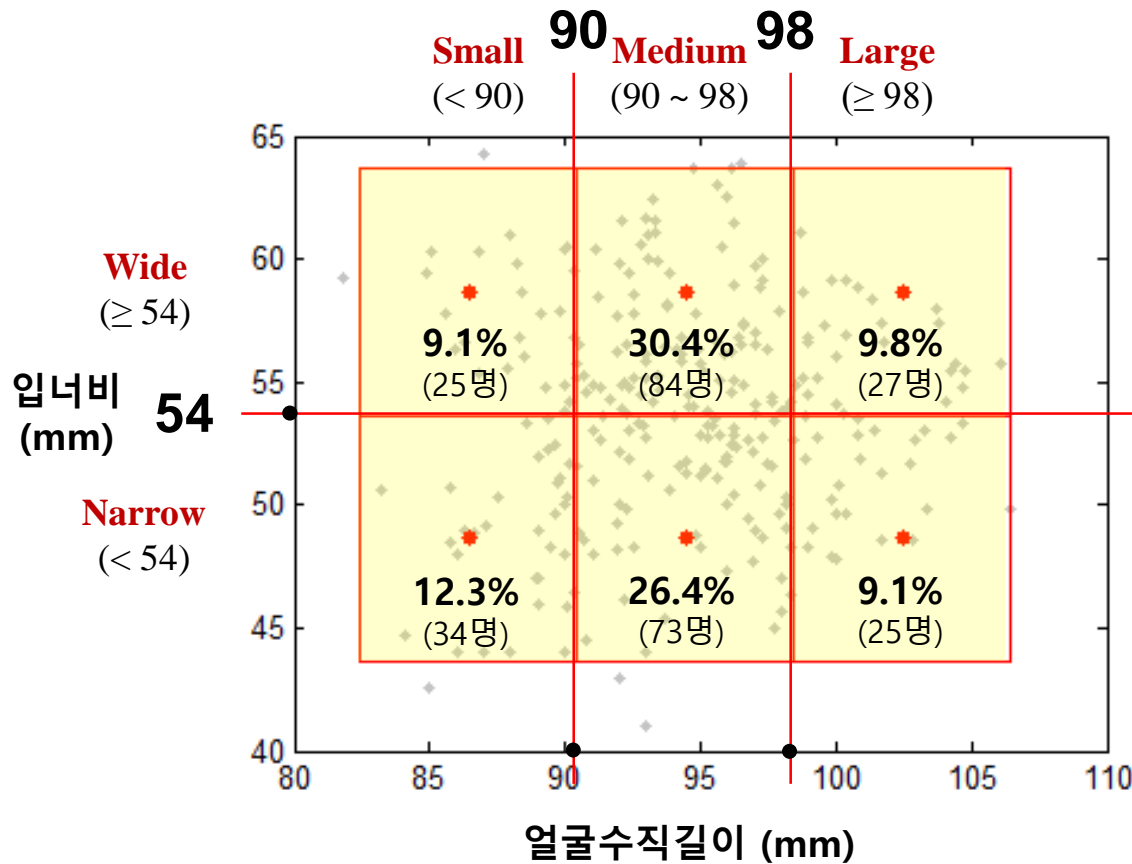
95.7%

95.7%

→ Mask 재질 특성(신축성)을 고려해 볼 때 **100% 수용**할 수 있을 것으로 판단됨

Optimal Sizing System

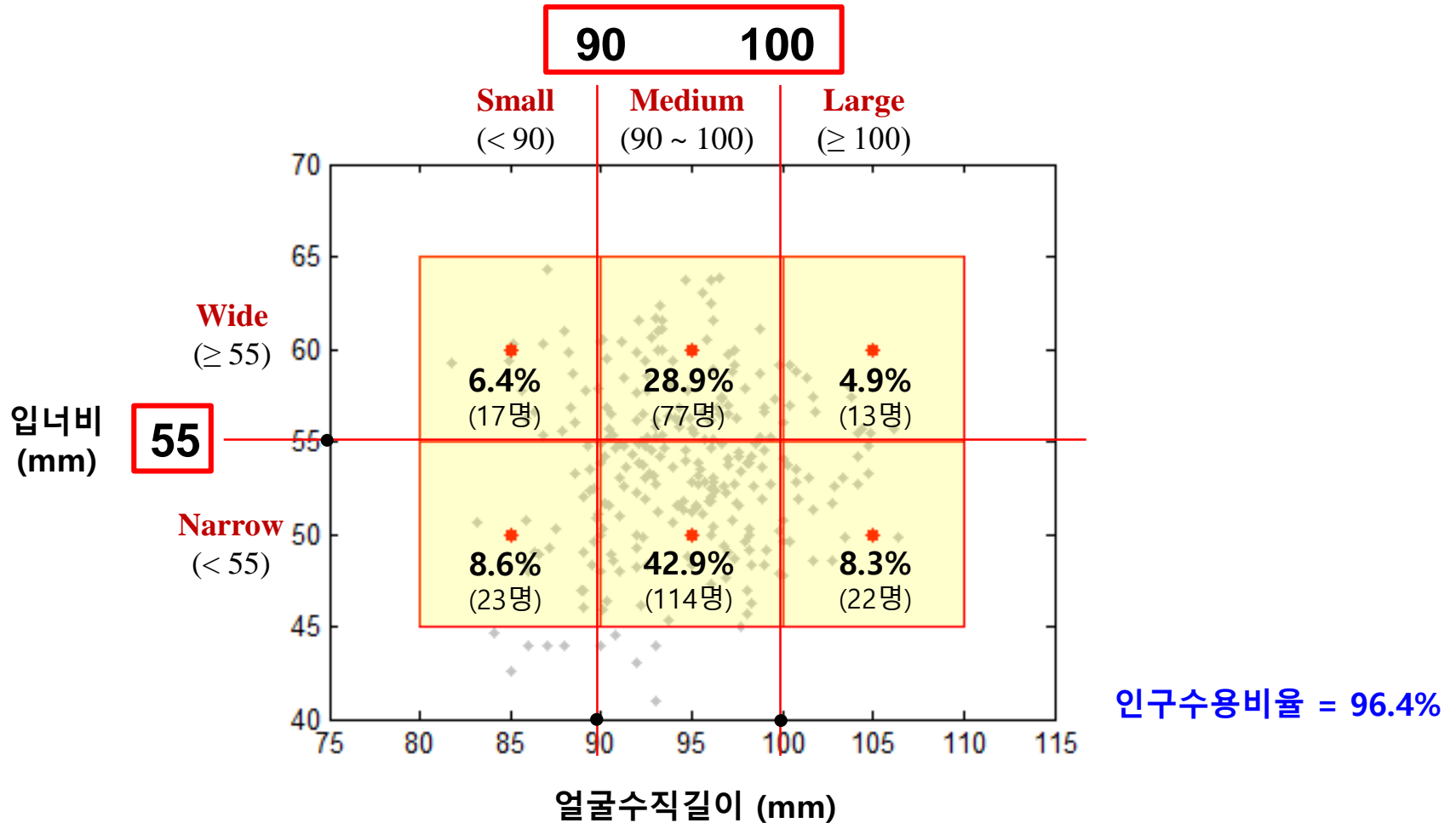
- 3개의 얼굴수직길이(small, medium, large)와 2개의 입술너비(wide, narrow)로 구분되는 **6개 치수**로 구성(격자 별 최소 인구수용비율: 9%)



인구수용비율 = 97.1%

Optimal Sizing System for Usability

- 조종사들의 치수선정의 용이성을 고려하여 치수분류 기준 조정(격자 별 최소 인구수용비율: 6%)



Selection Method of Representative Faces

- 목적: 각 치수 별로 mask 설계관련 얼굴변수들의 **real size**를 제공하기 위함
- 선정 방법

S1. Mask 설계관련 18가지 얼굴변수 평균 계산

※ 18가지 얼굴변수: 얼굴너비, 귀구슬-턱끝둘레, 귀구슬-코밑점둘레, 협골-턱끝둘레, 앞턱끝점-턱끝점길이, 얼굴수직길이(코뿌리점-턱끝점), 얼굴수직길이(코뿌리점-입술밑 함몰점), 코 길이, 코 높이, 턱끝점-코돌출뼈수직길이, 턱끝점-코밑점길이, 턱끝점-입술밑함몰점수직길이, 턱끝점-앞턱끝점수직길이, 앞턱끝점-코돌출뼈수직 길이, 코뿌리너비, 코너비, 입너비, 턱너비

S2. 18개 얼굴변수의 평균과 Euclidian distance가 가장 최소가 되는 조종사 얼굴선정

- 1-1. 얼굴변수간 **equal weight** 적용
- 1-2. 얼굴변수간 **unequal weight** 적용
- 2-1. **Normalized** 얼굴변수간 **equal weight** 적용
- 2-2. **Normalized** 얼굴변수간 **unequal weight** 적용

S3. 선정된 조종사의 대표성(representativeness) 평가를 통한 최적 대표얼굴 선정

S1. Mask 설계관련 얼굴변수들의 평균

(unit: mm)

No.	얼굴변수	Total	SN	SW	MN	MW	LN	LW
1	얼굴너비	136.7	134.5	137.3	136.4	138.1	138.4	139.6
2	귀구슬-턱끝 둘레	315.3	312.9	318.8	314.2	317.9	319.7	315.9
3	귀구슬-코밑점둘레	283.5	283.2	284.2	282.6	285.4	286.3	284.5
4	협골-턱끝둘레	340.6	328.2	348.4	340.9	346.6	339.2	328.6
5	앞턱끝점-턱끝점길이	16.9	17.4	16.5	17.1	16.0	16.4	19.8
6	얼굴수직길이(코뿌리점 - 턱끝점)	122.9	117.7	116.2	123.6	122.9	128.3	131.8
7	얼굴수직길이(코뿌리점 - 입술밑 함몰점)	94.4	88.1	87.0	94.8	94.6	102.2	102.6
8	코 길이	55.2	52.6	51.9	55.9	54.9	58.3	57.9
9	코 높이	19.7	19.4	19.3	19.9	19.6	20.0	20.0
10	턱끝점-코돌출뼈수직길이	109.8	105.5	105.2	110.6	110.0	112.8	118.3
11	턱끝점-코밑점길이	67.6	65.0	64.3	67.7	68.0	70.0	73.9
12	턱끝점-입술밑함몰점수직길이	28.4	29.6	29.3	28.8	28.4	26.2	29.2
13	턱끝점-앞턱끝점수직길이	14.1	14.3	14.4	14.3	13.5	14.0	15.6
14	앞턱끝점-코돌출뼈수직길이	95.8	91.1	90.8	96.3	96.5	98.8	102.7
15	코뿌리너비	18.6	18.6	19.1	18.6	18.6	19.1	18.5
16	코너비	37.5	35.7	38.4	37.2	38.4	37.5	39.9
17	입너비	53.7	49.9	58.4	51.5	58.2	51.7	57.0
18	턱너비	119.9	97.8	136.0	118.4	133.0	127.1	124.4

※ : 중요변수

SW	MW	LW
SN	MN	LN

S2. 대표얼굴 선정 – Equal Weight

□ Euclidian distance가 최소가 되는 치수 별 실제 조종사 얼굴 선정

(unit: mm)

No.	얼굴변수	Weight	SN	SW	MN	MW	LN	LW
	조종사 ID		334	185	82	164	280	181
	Euclidian distance (mm)		25.0	12.5	13.4	11.6	11.7	13.0
1	얼굴너비	1	137.5	138.5	140.0	136.0	133.5	134.5
2	귀구슬-턱끝 둘레	1	314.7	321.3	309.4	309.1	316.3	318.4
3	귀구슬-코밑점둘레	1	292.9	284.2	279.0	282.3	281.9	287.3
4	협골-턱끝둘레	1	327.5	345.8	337.8	349.8	339.5	333.2
5	앞턱끝점-턱끝점길이	1	16.7	13.8	19.3	15.4	18.8	15.6
6	얼굴수직길이(코뿌리점 - 턱끝점)	1	117.1	116.9	127.0	121.4	127.1	127.7
7	얼굴수직길이(코뿌리점 - 입술밑 함몰점)	1	90.1	92.8	100.0	91.9	98.3	100.8
8	코 길이	1	53.1	55.2	57.4	56.3	59.2	55.8
9	코 높이	1	20.9	20.4	18.7	18.1	20.2	22.2
10	턱끝점-코돌출뼈수직길이	1	102.2	100.6	111.0	110.3	114.3	115.2
11	턱끝점-코밑점길이	1	64.0	61.7	69.6	65.1	67.9	71.9
12	턱끝점-입술밑함몰점수직길이	1	27.0	24.1	27.0	29.5	28.8	26.9
13	턱끝점-앞턱끝점수직길이	1	15.7	13.0	16.7	12.8	16.5	14.6
14	앞턱끝점-코돌출뼈수직길이	1	86.5	87.6	94.3	97.5	97.8	100.6
15	코뿌리너비	1	15.7	17.6	19.9	20.8	18.7	16.7
16	코너비	1	34.0	37.1	40.6	36.8	34.6	37.9
17	입너비	1	50.3	54.5	54.1	57.7	46.3	58.8
18	턱너비	1	119.2	137.3	112.3	132.9	127.8	129.5

S2. 대표얼굴 선정 – Unequal Weight

(unit: mm)

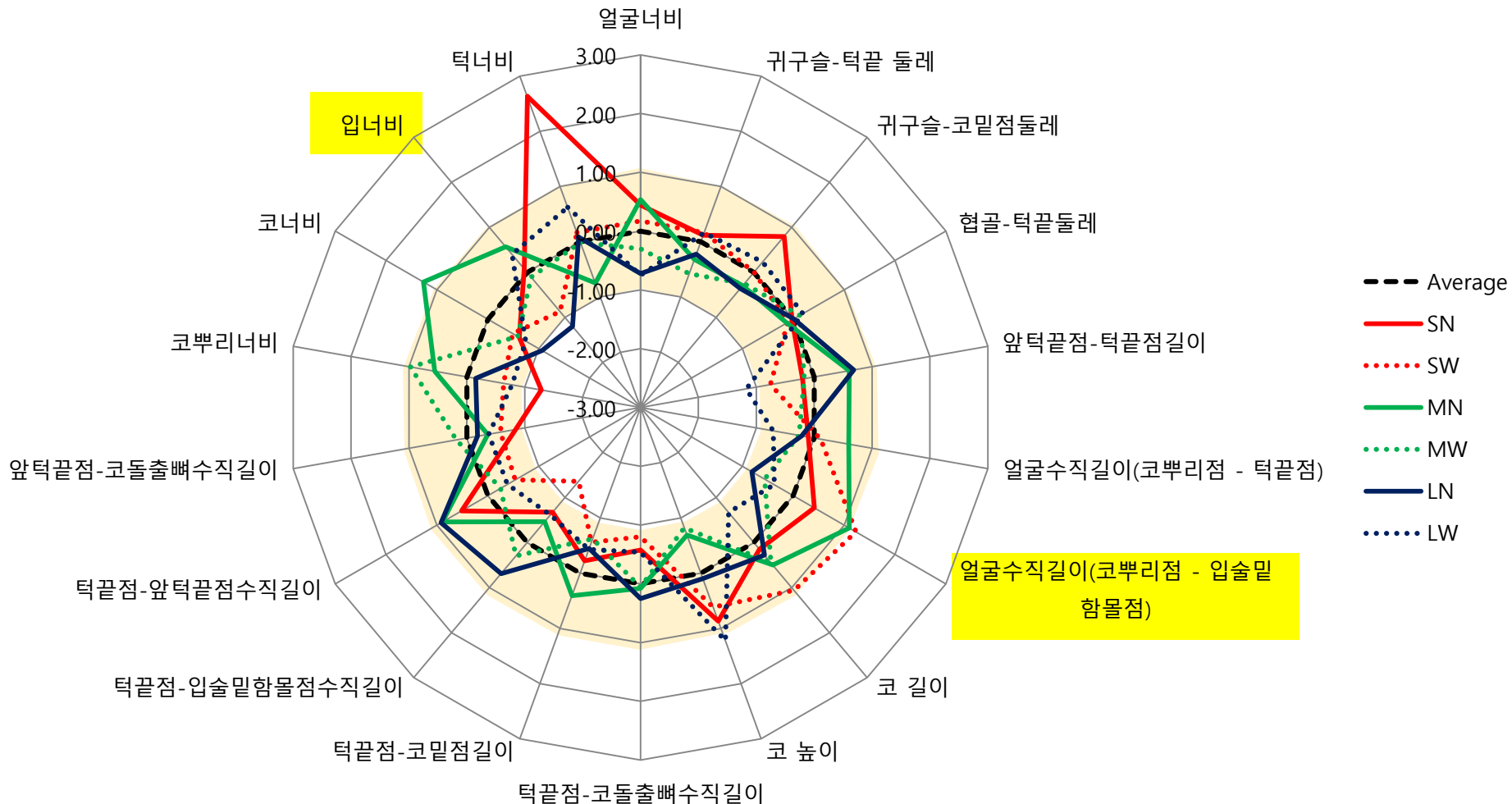
No.	얼굴변수	Weight*	SN	SW	MN	MW	LN	LW
	조종사 ID		334**	302	327	66	276	181**
	Euclidian distance (mm)		26.3	17.5	15.6	13.3	14.9	16.0
1	얼굴너비	2	137.5	133.0	136.5	142.5	136.5	134.5
2	귀구슬-턱끝 둘레	1	314.7	323.9	317.6	327.5	319.6	318.4
3	귀구슬-코밑점둘레	1	292.9	290.9	284.7	286.3	289.7	287.3
4	협골-턱끝둘레	1	327.5	340.5	327.9	344.9	333.6	333.2
5	앞턱끝점-턱끝점길이	1	16.7	17.1	17.9	18.2	15.4	15.6
6	얼굴수직길이(코뿌리점 - 턱끝점)	2	117.1	116.5	125.9	126.2	126	127.7
7	얼굴수직길이(코뿌리점 - 입술밑 함몰점)	3	90.1	86.8	95.4	97.3	102.7	100.8
8	코 길이	2	53.1	49.7	58.6	58	57.2	55.8
9	코 높이	1	20.9	18.8	18.7	19.6	16.1	22.2
10	턱끝점-코돌출뼈수직길이	2	102.2	107.9	111.6	111.3	112	115.2
11	턱끝점-코밑점길이	2	64.0	66.8	67.3	68.2	68.8	71.9
12	턱끝점-입술밑함몰점수직길이	1	27.0	29.7	30.5	28.9	23.3	26.9
13	턱끝점-앞턱끝점수직길이	1	15.7	14.2	14.7	15.5	12.8	14.6
14	앞턱끝점-코돌출뼈수직길이	2	86.5	93.7	96.9	95.8	99.2	100.6
15	코뿌리너비	2	15.7	16.5	20.8	19.1	20.5	16.7
16	코너비	2	34.0	38.1	36.7	43.6	35.8	37.9
17	입너비	3	50.3	55.4	53.2	59.1	51.7	58.8
18	턱너비	1	119.2	142.3	120.1	139.3	116.3	129.5

* Mask 설계 시 중요도를 고려하여 적용 ⇒ 3: 매우 중요(중요변수) / 2: 중요 / 1: 보통

** Equal weight를 적용한 결과와 같은 조종사

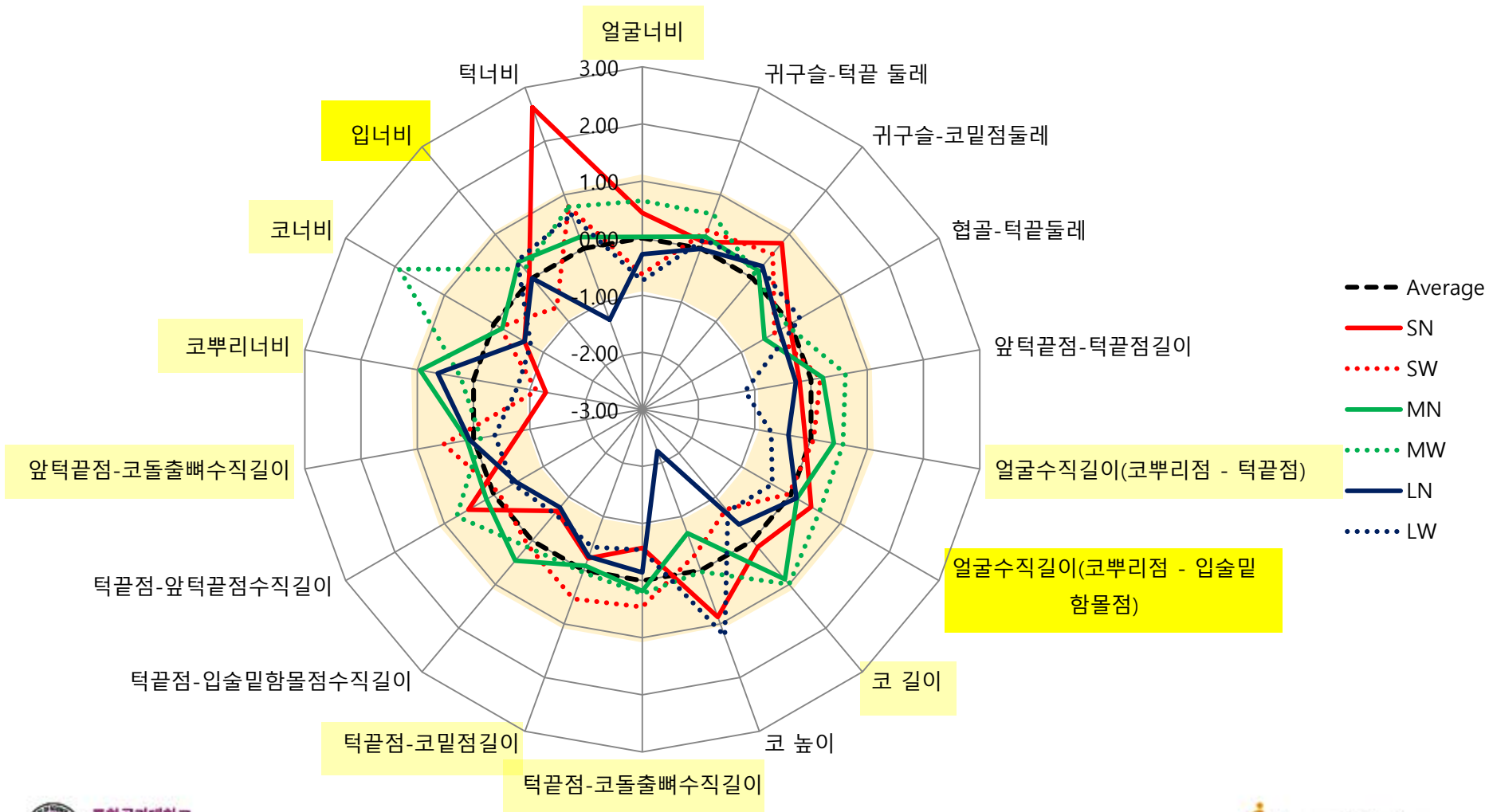
S3. 대표성 평가: 선정방법 1-1

□ Euclidian distance가 최소가 되는 조종사 선정(가중치: X)



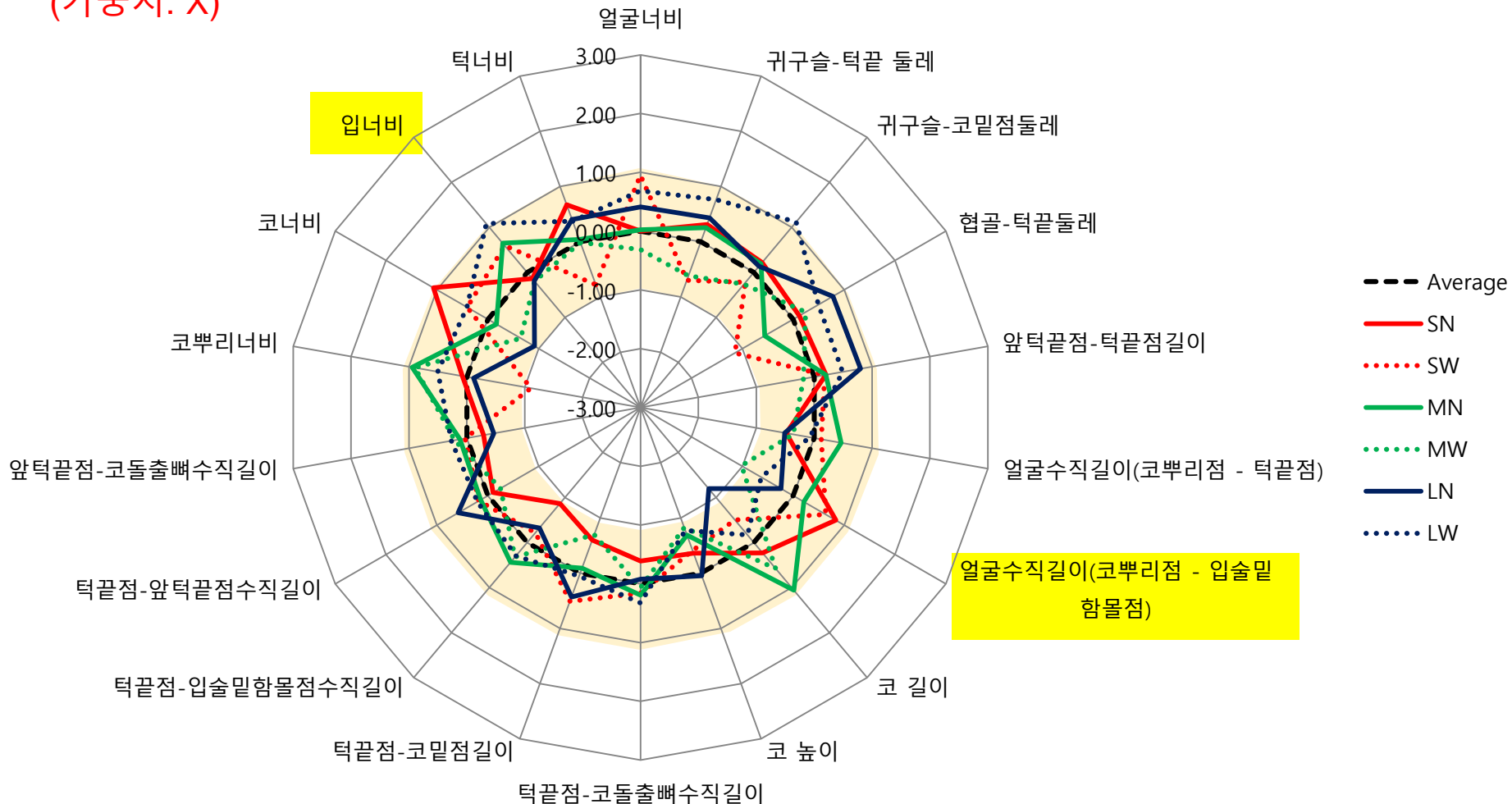
S3. 대표성 평가: 선정방법 1-2

□ Euclidian distance가 최소가 되는 조종사 선정(가중치: 0)



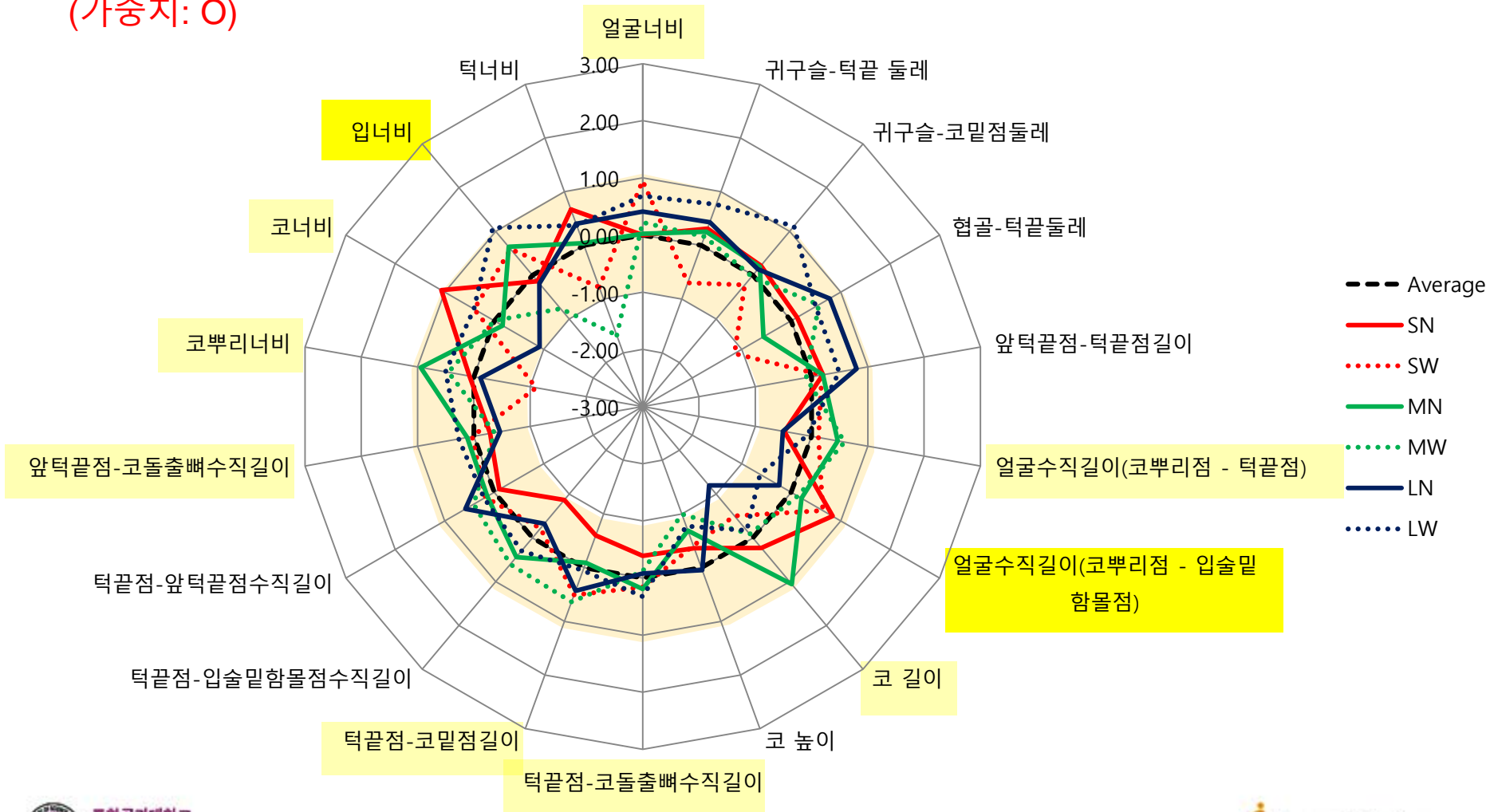
S3. 대표성 평가: 선정방법 2-1

- 각 얼굴변수 별로 z-score normalization 후 Euclidian distance가 최소가 되는 조종사 선정 (가중치: X)



S3. 대표성 평가: 선정방법 2-2

- 각 얼굴변수 별로 z-score normalization 후 Euclidian distance가 최소가 되는 조종사 선정 (가중치: 0)



S3. 대표성 평가 – Summary

No.	선정방법	가중치 적용	SN	SW	MN	MW	LN	LW	Total
			조종사 ID						
1-1	Euclidian distance가 최소인 조종사 선정	X	334	185	82	164	280	181	-
1-2		O	334	302	327	66	276	181	-
2-1	z-score normalization 후 Euclidian distance가 최소인 조종사 선정	X	277	201	268	66	257	67	-
2-2		O	277	201	268	242	257	67	-

Normalized Euclidian distance						Total
3.55	2.92	2.69	1.92	2.49	2.74	16.05
3.55	2.16	1.80	2.81	2.99	2.74	16.31
2.07	2.52	1.98	2.19	2.30	2.42	13.48
2.78	3.27	2.68	2.97	2.93	3.18	17.81
Normalized Euclidian distance / $\sqrt{\text{sum of weights}}$						Total
0.84	0.69	0.63	0.45	0.59	0.65	3.85
0.65	0.39	0.33	0.51	0.55	0.50	2.93
0.49	0.59	0.47	0.52	0.54	0.57	3.18
0.51	0.60	0.49	0.54	0.53	0.58	3.25



※ Sum of weights: 가중치 X = 18 / 가중치 O = 30

minimum Euclidian distance: ⇒ best

maximum Euclidian distance: ⇒ worst

S3. 대표성 평가 – Summary

No.	선정방법	가중치 적용	Normalized Euclidian distance / $\sqrt{\text{sum of weights}}$						Total	Average	SD
			SN	SW	MN	MW	LN	LW			
1-1	Euclidian distance가 최소인 조종사 선정	X	0.84	0.69	0.63	0.45	0.59	0.65	3.85	0.64	0.13
1-2		O	0.65	0.39	0.33	0.51	0.55	0.50	2.93	0.49	0.11
2-1	z-score normalization 후 Euclidian distance가 최소인 조종사 선정	X	0.49	0.59	0.47	0.52	0.54	0.57	3.18	0.53	0.05
2-2		O	0.51	0.60	0.49	0.54	0.53	0.58	3.25	0.51	0.04

※ : 상위 선호 2가지 방법

⇒ 6개 치수 별 **Euclidian distance**의 평균과 SD가 작고 중요도가 고려된 선정방법의 조종사 대표얼굴 선정: **선정방법 2-2**

S3. 대표성 평가 – Summary

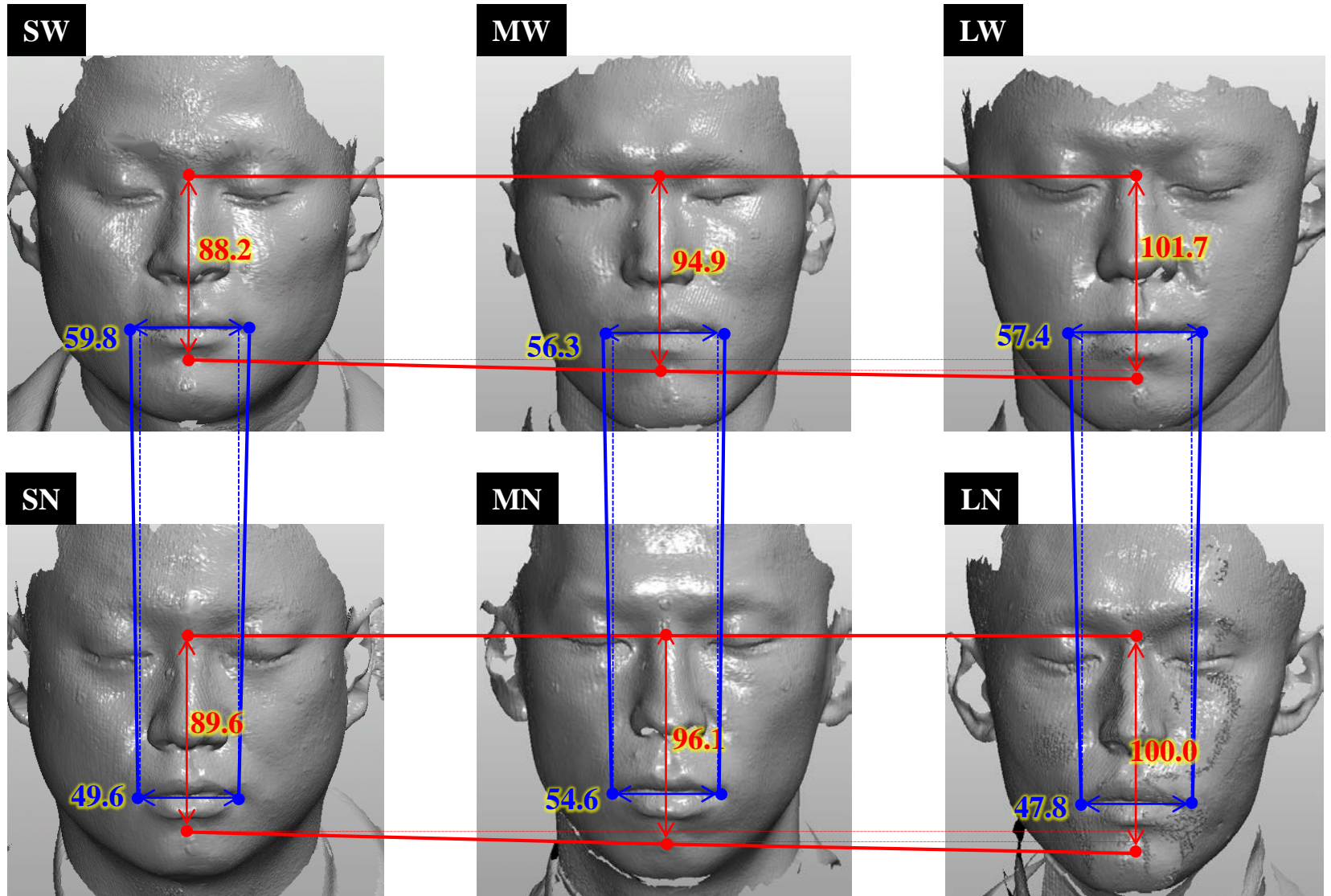
인체변수 별 평균과의 실제차이(unit: mm)

얼굴변수		Total	SN	SW	MN	MW	LN	LW	
No.	Euclidian distance	0.51	0.51	0.60	0.49	0.54	0.53	0.58	
Max	1	얼굴너비	3.5	3.5	4.1	3.3	3.7	3.6	4.0
	2	귀구슬-턱끝 둘레	7.7	7.7	9.1	7.4	8.2	8.0	8.8
	3	귀구슬-코밑점둘레	6.2	6.2	7.3	6.0	6.6	6.5	7.1
	4	협골-턱끝둘레	12.5	12.5	14.7	12.0	13.2	13.0	14.2
	5	앞턱끝점-턱끝점길이	1.8	1.8	2.1	1.7	1.9	1.9	2.1
	6	얼굴수직길이(코뿌리점 - 턱끝점)	3.0	3.0	3.5	2.8	3.1	3.1	3.4
	7	얼굴수직길이(코뿌리점 - 입술밑 함몰점)	2.4	2.4	2.8	2.3	2.6	2.5	2.7
	8	코 길이	1.6	1.6	1.9	1.5	1.7	1.6	1.8
Min	9	코 높이	0.9	0.9	1.1	0.9	1.0	0.9	1.0
	10	턱끝점-코돌출뼈수직길이	3.0	3.0	3.5	2.8	3.1	3.1	3.4
	11	턱끝점-코밑점길이	2.4	2.4	2.8	2.3	2.5	2.5	2.7
	12	턱끝점-입술밑함몰점수직길이	1.9	1.9	2.3	1.9	2.1	2.0	2.2
	13	턱끝점-앞턱끝점수직길이	1.4	1.4	1.6	1.3	1.5	1.4	1.6
	14	앞턱끝점-코돌출뼈수직길이	2.8	2.8	3.3	2.7	3.0	2.9	3.2
	15	코뿌리너비	1.2	1.2	1.4	1.1	1.2	1.2	1.3
	16	코너비	1.4	1.4	1.6	1.3	1.5	1.4	1.6
	17	입너비	2.3	2.3	2.7	2.2	2.4	2.4	2.6
	18	턱너비	4.2	4.2	4.9	4.0	4.4	4.3	4.7
Statistics	Average	3.3	3.3	3.9	3.2	3.5	3.5	3.8	
	SD	2.9	2.9	3.4	2.8	3.1	3.0	3.3	
	Min	0.9	0.9	1.1	0.9	1.0	0.9	1.0	
	Max	12.5	12.5	14.7	12.0	13.2	13.0	14.2	

⇒ 선정된 대표얼굴은 실제조종사들의 얼굴과 18가지 mask 설계관련 얼굴변수 측면에서

평균 3 ~ 4 mm 차이가 나는 것으로 파악됨

Representative Faces for Mask Design



□ 현재 산소마스크 치수체계에 대한 한국인 조종사 얼굴특성의 적합성 분석

- ✓ 얼굴수직길이: 81%가 medium 치수에 분포
- ✓ 입너비: 한국인 조종사를 전혀 수용하지 못함 ⇒ 치수분류기준에 문제가 있음

□ 한국인 조종사의 기존 산소마스크 착용특성 분석

- ✓ 조종사의 32.8%가 측정된 얼굴수직길이와 상이한 치수 착용(14.3%는 크게, 18.4%는 작게 착용)
 - 1) 본인의 정확한 얼굴크기를 알지 못함
 - 2) 얼굴수직길이 측면보다 다른 얼굴변수(예: 얼굴너비, 코높이 등)와의 적합성을 더 중요하게 고려
- ✓ 현재 산소마스크의 재질: 신축성이 우수함

□ 한국인 조종사를 위한 신규 산소마스크 치수체계 개발

- ✓ 세 가지 치수체계(grid method, clustering method, optimization method) 중 인구수용비율, 치수 개수, 사용용이성 측면을 고려하여 **grid method가 적용된 최적 치수체계 선정**
- ✓ **사용용이성과 간편성을 고려**하여 치수 조정
 - 1) 얼굴수직길이: 90, 98 mm → 90, 100 mm
 - 2) 입너비: 54 mm → 55 mm
- ✓ 최종 치수체계: **6개 치수**(SN, SW, MN, MW, LN, LW), 한국인 조종사 **96.4% 수용**
⇒ 산소마스크 재질의 신축성을 고려했을 때 **100% 수용할 것으로 기대됨**

□ 치수 별 산소마스크 설계를 위한 대표얼굴 선정

- ✓ Mask 설계와 연관 있는 얼굴변수들의 **Euclidian distance의 average와 SD 및 중요도가 고려된** 실제 조종사 얼굴 선정이 되어 Mask 설계 시 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대됨
- ✓ 선정된 대표얼굴들과 실제 조종사들과의 평균차이: **3 ~ 4 mm**

□ 추후 사용성 평가를 통한 신규 산소마스크 치수체계의 적합성 검증 필요

Q & A

Thank You 😊

