

# A Study on Application of the Korea Human Scale to Anthropometric Design

Dhong Ha Lee

Department of Industrial Engineering, The University of Suwon, Suwon, 445-743

## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study is to show a correct application procedure using the compact Korean anthropometric data application program called Korean Human Scale(KHS) for anthropometric design. **Background:** The nation-wide anthropometric survey project called 'Size Korea' developed KHS and distributed it to the public on the web site. But some insufficiency of the current web service of KHS misleads the users; they just put their own statue and pick up a meaningless data for a body dimension. **Method:** This study provides five steps to follow to read appropriate data from KHS for an anthropometric design. **Results:** As a case study, the depth dimension of the supervisory and control console used in the Korea nuclear power plant was determined following the procedure and compared with the console design guideline recommendation. **Conclusion:** The supplementary anthropometry table should be added on the web service of KHS for users to read a meaningful data for design. **Application:** If properly used, the KHS has a lot more potential application area than users can expect such as in control center design area.

Keywords: Korea human scale, Body measurement dimensions, Anthropometry data, Depth of console design

## 1. Introduction

Size Korea의 직접측정 프로젝트는 한국인의 정밀한 신체 제원을 수집하기 위하여 2003~2004년 동안 15,576명의 전국 표본 인원에 대하여 각 피측정자 별로 125부위의 인체 치수를 측정하고 이를 테이블 형태로 보고서에 기록하였다 (Korean Agency for Technology and Standards, 2005). 수집된 통계치는 너무 방대하므로 인체계측자료를 설계에 적용하려는 설계자가 보고서 형태로 참조하기가 불편하다. 이러한 문제점을 극복하기 위해 Jeong(2004)은 인체자료 참조를 위한 인체계측자료에 대한 인터페이스를 연구하였다. Jeong(2004)은 제품설계자가 쉽게 인체자료를 참조하는 방법으로 자료를 스케일화한 시각적 도구인 휴먼스케일을 개발하였다. 이전에 개발된 휴먼스케일(Niels et al., 1991)은 키를 중심으로 인체치수를 검색할 수 있었지만 Jeong

(2004)이 개발한 휴먼스케일은 키와 사용자 집단의 연령대를 통해 필요한 인체치수를 검색할 수 있다는 것이 특징이다. Jeong(2004)의 휴먼스케일은 총119개 인체부위에 대한 치수를 제공한다(Table 1).

Table 1. Number of body measurement dimensions of the Human Scale by Jeong(2004)

| Body postures or body parts           | No. of dimensions |
|---------------------------------------|-------------------|
| Standing posture, front and rear view | 33                |
| Standing posture, side view           | 45                |
| Sitting posture, front and side view  | 20                |
| Head, front and side view             | 8                 |
| Hand                                  | 9                 |
| Foot                                  | 4                 |
| Total                                 | 119               |

Corresponding Author: Dhong Ha Lee. Department of Industrial Engineering, The University of Suwon, Suwon, 445-743.

Mobile: 011-207-9603, E-mail: [dhonghal@suwon.ac.kr](mailto:dhonghal@suwon.ac.kr)

Copyright©2012 by Ergonomics Society of Korea(pISSN:1229-1684 eISSN:2093-8462). All right reserved.

Jeong (2004)은 휴먼스케일의 보급 방식으로 컴퓨터를 통한 디지털 방식과 수치 원판으로 구성된 아날로그 방식을 제안하였다. 이 중 아날로그 방식의 휴먼스케일은 일반인이 사용하기에 다음과 같은 한계를 가진다.

- 모형의 크기가 제한되고 표현자료의 방대함으로 인해 표현되는 숫자의 폰트 크기가 작아서 가시성에 문제가 있다.
- 제작상의 어려움으로 인해 회전 수치 원판과 표시 창이 정확히 맞도록 제작하기 위한 제작비가 많이 든다.
- 총 6면으로 된 도면을 3장으로 나누어 제작하여 휴대 시 불편함이 따른다.
- 인체자료가 업데이트 될 경우 수치 원판을 재제작해야 한다.
- 사용 환경에 따라 휴먼스케일 제품 수명이 제한된다.

아날로그 방식의 휴먼스케일은 이를 컴퓨터 프로그램으로 전환하면 단점의 대부분을 보완할 수 있다. Lee (2006)는 Jeong (2004)의 휴먼스케일 모형을 C++ 언어를 사용하여 컴퓨터 프로그램으로 개발하였다. 컴퓨터 프로그램으로 된 휴먼스케일 모형은 다음과 같은 장점을 지닌다.

- 모형의 크기가 컴퓨터 모니터 화면 크기로 확대되어 표현되는 숫자의 가시성이 향상된다.
- 인체자료가 업데이트 될 경우 휴먼스케일에 표시되는 자료를 쉽게 변경할 수 있다.
- 수명이 영구적이다.
- 제작 비용 및 유지보수 비용이 아날로그 방식에 비해 저렴하다.

디지털 방식의 휴먼스케일은 Size Korea Home Page (2011)에서 누구나 접속하여 사용할 수 있도록 Korea Human Scale (KHS)라는 이름의 웹 응용프로그램으로 서비스되고 있다(Figure 1). 현재는 사용자의 키를 입력하여 관련된 인체치수를 검색하는 방식으로만 활용되고 있다. 그런데 출력되는 인체치수는 입력되는 키의 퍼센타일에 해당하는 인체치수인데 이에 대한 정확한 사용 가이드가 없이 서비스되고 있는 실정이다. 올바른 사용 가이드가 제공된다면 KHS는 훨씬 더 다양한 용도로 활용될 수 있다. 본 연구에서는 디지털 방식의 KHS를 실제 디자인에 활용할 수 있도록 올바른 절차를 제시하였다.

## 2. Application Procedure using KHS for Anthropometric Design

KHS를 사용하여 필요한 인체측정자료를 검색하고 이를

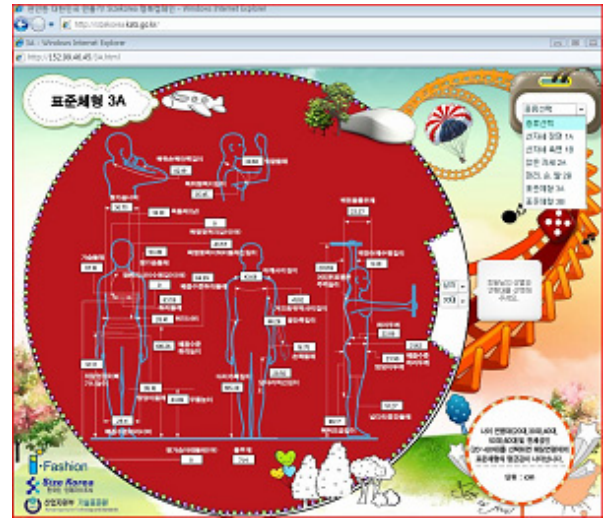


Figure 1. Korea Human Scale(KHS) on the Web (<http://sizekorea.kats.go.kr>)

제품 설계나 작업장 설계에 적용하는 일반적 절차는 다음과 같다 (Jeong and Lee, 2009).

- 단계 1: 디자인과 관련되어 어떤 인체치수가 필요한지를 결정한다.
- 단계 2: 디자인을 사용할 집단을 정의한다.
- 단계 3: 적용할 인체치수 적용 원칙을 결정한다.
- 단계 4: KHS로부터 관련 치수를 읽는다.
- 단계 5: 단계 4에서 읽은 자료를 착용복장을 위한 여유치수로 보정한다.

### 2.1 Step 1: Select the anthropometric variables appropriate for the design

이 단계에서는 디자인 문제에서 가장 중요한 역할을 하는 인체측정변수가 무엇인가를 결정한다. 작업대, 의자, 가구, 각종 수공구, 의복, 주거 공간, 자동차 인테리어 등 사람이 직접 접촉하는 거의 모든 대상이 인체치수 자료에 맞추어 설계해야 할 대상이다. 이들 설계 대상은 인체가 접촉하는 부위에 따라 적용하는 인체측정변수가 달라진다. 예를 들어 출입문의 크기를 결정하는데는 키와 윗팔사이너비를 인체측정변수로 선정한다. 잠옷의 경우 키, 가슴둘레 또는 허리둘레 등을 인체측정변수로 선정한다.

### 2.2 Step 2: Define target user group for the design

이 단계에서는 디자인을 사용할 집단의 성별, 연령대, 디자인이 수용할 수 있는 사용자 집단의 범위를 결정한다. 사

람의 신체적 특성은 인종적, 문화적 배경의 차이에 따라 다르며 성별, 나이, 영양상태, 건강상태, 임신상태, 장애 여부에 따라라도 달라진다. 하나의 설계에 의해 모든 사람을 만족시킬 수 없으므로 제품을 사용할 주요 목표 집단을 설정해야 한다. 목표 집단을 정하는 과정에서는 다음과 같은 질문이 도움이 된다.

- 누가 이 제품을 사용하는가?
- 제품이 어디서 팔리며 어디서 사용되는가?
- 향후 이 제품의 판매시장을 어디로 확대할 수 있는가?

KHS의 적용 인종은 한국인으로 제한되어 있다. KHS를 적용하기 위해 추가로 결정해야 할 사용자 집단 분류로는 성별, 연령대가 있다. KHS에서 제공하는 인체치수 통계자료의 성별 및 연령대 분류는 Table 2와 같다.

**Table 2.** KHS shows body measurement dimensions by gender and age group

| Age group              | Male  | Female  |
|------------------------|---|---|
| 0.5, 1, 2, ..., 15(yr) | Head, hand and foot dimensions(in mean)                                   | Head, hand and foot dimensions(in mean)                                   |
| All adult group        | Standing, sitting head, hand and foot dimensions (in mean and percentile) | Standing, sitting head, hand and foot dimensions (in mean and percentile) |
| 20s                    | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      |
| 30s                    | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      |
| 40s                    | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      |
| 50s                    | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      |
| 60s                    | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      | Standing, sitting, hand and foot dimensions(in mean)                      |

**2.3 Step 3: Determine the application principles of anthropometric data**

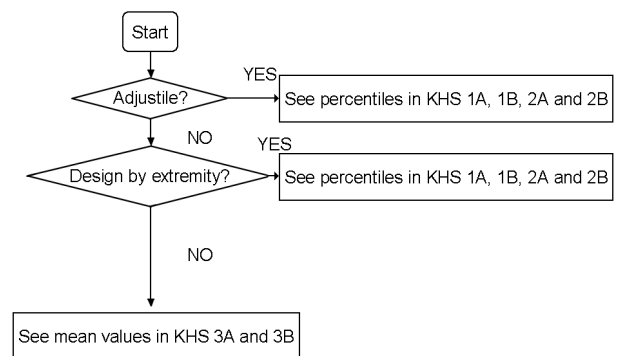
디자인에 인체치수를 적용하는 원칙으로는 조절식 설계, 극단치 기준 설계, 평균치 기준 설계가 있다(Sanders and McCormick, 1992). 인체치수를 적용하는 원칙에 따라 적용되는 인체치수가 달라진다.

단계 3에서는 적용 원칙으로 조절식 설계, 극단치 기준 설계, 및 평균치 기준 설계 중에서 하나를 선택한다(Jeong and Lee, 2009). 제품이나 작업장 설계에서 가장 바람직한 설계방법은 조절식 설계이다. 조절식 설계 개념에 의한 설계 치수는 사용자 그룹 중에서 작은 사람의 치수에서 큰 사람

의 치수까지를 포함할 수 있도록 여자 5퍼센타일에서 남자 95퍼센타일 값을 조절범위로 사용한다.

특정 제품이나 설비를 설계할 때 어떤 인체 특성의 한 극단에 속하는 사람을 대상으로 설계하면 그 집단의 거의 모든 사람을 수용할 수 있는 경우가 있다. 이 경우에는 작거나 큰 사람의 치수를 이용하여 설계를 한다. 이 경우에 일반적으로 여자 5퍼센타일이나 남자 95퍼센타일이 설계 기준이 된다.

조절식이 허용되지 않고 최대치수나 최소치수가 이 치수와 가깝지 않은 집단의 대다수에게 심각한 불편을 줄 경우에는 평균치를 적용한다. 인체치수는 정규분포를 하므로 평균치 주위에 분포하는 사람들의 빈도가 다른 치수에 비해 상대적으로 높다는 사실에 착안한 설계 개념이다. KHS에서는 성별 및 다양한 연령대별로 퍼센타일과 평균치(표준치수)를 6개의 슬라이드에 나누어 제공하므로(Figure 2) 필요한 퍼센타일이나 평균치를 해당 슬라이드에서 찾아야 한다. 인체치수 적용원칙에 따른 KHS 슬라이드 탐색 절차는 Figure 2와 같다.



**Figure 2.** Selection procedure for the slides of KHS

**2.4 Step 4: Read anthropometric data on the slides of KHS**

KHS로부터 필요한 치수를 읽기 위해서는 단계 1에서 결정한 인체계측변수가 있는 슬라이드(1A-3B)를 드롭다운리스트를 통해 선택하고(Figure 3) 단계 2에서 결정한 디자인 사용 집단의 성별, 연령대 및 단계 3에서 결정한 퍼센타일을 입력한다.

KHS 1A와 1B 슬라이드에는 선 자세에서 측정된 77개 인체계측변수에 대한 퍼센타일이 표시되어 있다. KHS 2A 슬라이드에는 앉은 자세에서 측정된 20개 인체계측변수에 대한 퍼센타일이 표시되어 있다. KHS 2B 슬라이드에는 머리, 손, 발 부위로부터 측정된 21개 인체계측변수에 대한 평

균값(0.5~15세 연령대)과 퍼센타일(성인 연령대)이 표시되어 있다. KHS 3A와 3B 슬라이드에는 표준체형의 선 자세와 앉은 자세로부터 측정된 65개 인체계측변수에 대한 평균치가 표시되어 있다(Table 3).

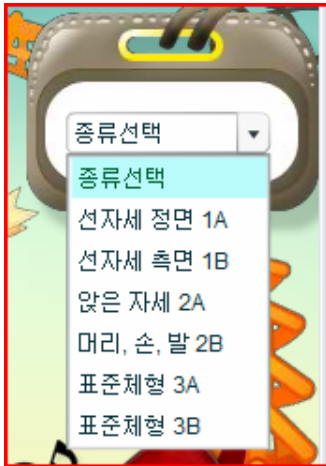


Figure 3. Drop down list for slides provided by KHS

Table 3. Body measurement dimensions provided by KHS slides(excerpts)

| KHS screen | Body measurement dimension |
|------------|----------------------------|
| 1A         | Waist height               |
|            | Knee height                |
|            | Iliac spine height         |
| 1B         | Overhead fist reach        |
|            | Eye height                 |
|            | Cervical height            |
| 2A         | Sitting height             |
|            | Eye height, sitting        |
| 2B         | Cervicale height, sitting  |
|            | Head length                |
|            | Head breadth               |
| 3A         | Head height                |
|            | Overhead fist reach        |
|            | Waist depth                |
| 3B         | Body depth, standing       |
|            | Sitting height             |
|            | Shoulder height, sitting   |
|            | Foot length                |

### 2.5 Step 5: Add allowances for clothing

KHS에서 제공하는 인체치수는 옷을 벗은 상태로 측정된 치수이므로 의복, 신발, 헬멧 또는 장갑을 착용하고 제품을 사용하는 사람을 대상으로 하는 디자인에서는 이들에 대한 여유치수를 더하여야 한다. 예를 들면 구두를 신은 성인 남자 집단에 대해서는 KHS에서 제공하는 키 값에 2.5cm를 추가해야 한다(Pulat, 1992).

## 3. A case Study for Application of KHS

원자력 발전소의 계측 제어 시스템 중 감시제어반의 콘솔은 운전원들의 인체치수에 적합하게 설계해야 하는 중요 시스템 중의 하나이다. 1992년도 측정된 제3차 인체치수조사 과정에서 측정된 자료를 기반으로 한 감시제어반 설계지침(Korea Power Engineering Company, 1999)에는 감시제어반 콘솔의 작업판(bench board) 깊이(depth)를 72cm로 규정하였다(Korea Power Engineering Company, 1999). 본 연구에서는 2005년도에 측정된 인체치수를 감시제어반 콘솔의 작업판 깊이 설계에 적용하기 위하여 KHS를 활용하고 상기 절차를 적용하였다.

### 3.1 Step 1: Select the anthropometric variables appropriate for the design

감시제어반 콘솔의 작업판 깊이를 결정하는데 가장 중요한 역할을 하는 인체계측변수는 팔길이 + 손직선길이가 될 것이다.

### 3.2 Step 2: Define target user group for the design

본 연구에서는 감시제어반 콘솔을 사용할 집단의 성별, 연령대, 디자인이 수용할 수 있는 사용자 집단의 범위를 다음과 같이 임의로 가정하였다.

- 성별: 남자 집단
- 연령대: 20대
- 모집단 수용범위: 95%

### 3.3 Step 3: Determine the application principles of anthropometric data

디자인에 적용할 인체치수 적용원칙을 조절식 설계, 극단치 기준 설계, 및 평균치 기준 설계 중에서 결정한다. 감시제

어반 콘솔의 작업판 깊이는 조절식 설계가 불가능하다. 감시 제어반 콘솔의 작업판의 깊이는 작은 사람을 기준으로 설계 하면 큰 사람도 수용할 수 있으므로 극단치 기준 설계 중 최소치수를 적용해야 한다. 구해야 할 인체치수는 20대 남성 5퍼센타일 팔길이 + 20대 남성 5퍼센타일 손직선길이 가 될 것이다.

**3.4 Step 4: Read anthropometric data on the slides of KHS**

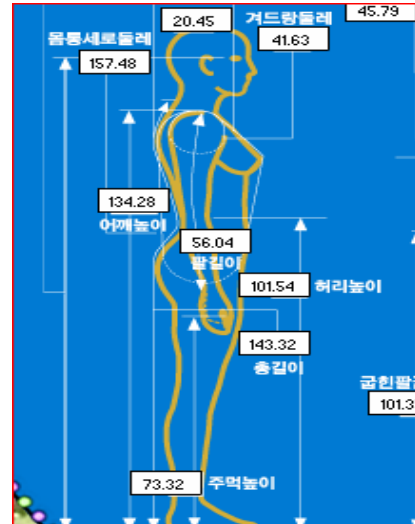
인체계측변수 중 팔길이에 관한 자료는 KHS 1B에 표시 되어 있다. KHS 1B 슬라이드에는 구하려는 인체치수의 퍼센타일에 해당하는 키값을 입력하여야 한다. 따라서 남자 5 퍼센타일 팔길이를 구하기 위해서는 남자 5퍼센타일 키를 입력해야 하는데 현재 KHS가 서비스되고 있는 사이즈코리아 웹사이트에는 Table 4와 같은 키의 주요 퍼센타일 자료를 웹에서 쉽게 검색할 수 있는 형태로 제공하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 인체치수 자료집(KATS, 2005; Lee 2006)에서 Table 4에 해당하는 자료를 찾아 남자 5퍼센타일 정수 근사값(166cm)을 Figure 4와 같이 KHS 1B 슬라이드

**Table 4.** Percentiles of stature (Korean male and female in the age of 20s)

| Percentile | Male(cm) | Female(cm) |
|------------|----------|------------|
| 0.05       | 165.81   | 153.29     |
| 0.25       | 170.15   | 157.25     |
| 0.5        | 173.17   | 160.01     |
| 0.75       | 176.18   | 162.76     |
| 0.95       | 180.52   | 166.73     |

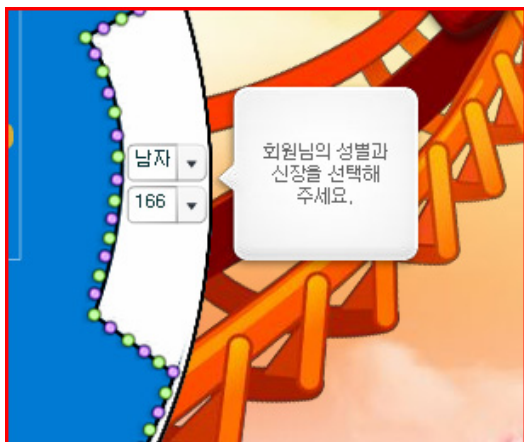
이드에 입력하였다.

Figure 5에서 보는 바와 같이 KHS 1B 슬라이드에서 확인한 남자 5퍼센타일 팔길이는 56.04cm가 된다.

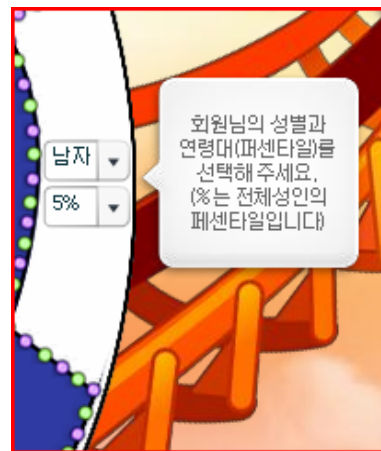


**Figure 5.** KHS screen 1B showing the 5th percentile of Korean male arm length (56.04cm)

인체계측변수 중 20대 남성 5퍼센타일 손직선길이에 관한 자료는 KHS 2B 슬라이드에서 구할 수 있다. KHS 2B 슬라이드는 머리, 손, 발에 관한 치수에 대해 성장기 남녀를 위해서는 연령대별 평균치를 제공하고 성장이 완료된 성인에 대해서는 대표적인 퍼센타일(1, 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95, 99 percentile)을 제공한다. 성인 남자 5퍼센타일 손직선 길이를 구하기 위해서는 Figure 6과 같이 남자 5퍼센타일



**Figure 4.** Selection of male 5th percentile stature on the KHS slide 1B



**Figure 6.** Selection of adult male 5th percentile on the KHS slide 2B

을 선택하고 Figure 7과 같이 손직선길이 표시상자에서 17.46cm를 읽는다.

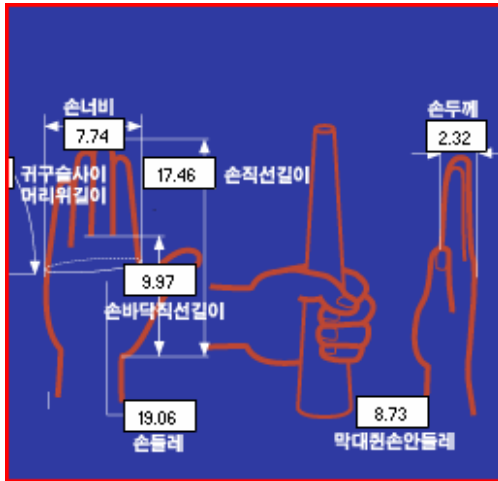


Figure 7. KHS screen 2B showing the 5th percentile of Korean male hand length(17.46cm)

### 3.5 Step 5: Add allowances for clothing

원자력 발전소의 감시제어반 콘솔에서는 맨손으로 작업하는 경우가 대부분이므로 장갑이나 의복 착용에 따른 보정은 하지 않아도 된다. 따라서 감시제어반 콘솔의 작업판 깊이는  $56.0+17.5=73.5\text{cm}$ 를 기준으로 설계할 것을 추천할 수 있다.

1992년에 측정된 제3차 인체치수조사에서 측정된 자료를 기반으로 한 감시제어반 설계지침의 콘솔 깊이 추천치 72cm에 비해 1.5cm 증가된 것을 알 수 있다. 이는 2005년과 1992년 사이에 변화된 전반적인 국민 체위의 향상에 기인한 것으로 추정할 수 있다.

## 4. Conclusion

본 연구에서는 기존의 아날로그형 휴먼스케일을 컴퓨터 응용프로그램으로 전환하여 웹을 통하여 사용할 수 있는 KHS를 디자인에 활용하는 절차를 개발하였다. KHS를 올바르게 디자인에 적용하기 위해서는 Table 4와 같은 키에 대한 대표적인 퍼센타일 표를 제공하는 것이 필요한데 이는 사이즈코리아의 웹사이트에서 시급히 보완되어야 할 부분이다.

KHS를 올바르게 활용하면 본 연구의 사례연구에서 제안

한 사례 이외에도 다양한 설계 제원을 결정하는데 사용할 수 있다(Lee, 2006). 이외에도 KHS는 다음과 같은 기대 효과를 가지고 있다.

- 인체계측자료 적용이 필요한 현장 설계자들이 웹에 접속하여 쉽게 참조할 수 있다.
- 인테리어, 작업 공간, 사무용 가구, 일상용품, 의류 등 설계에 필수적인 한국인 신체자료를 범국민적으로 보급할 수 있다.
- 신속한 자료 갱신을 통해 최신의 한국인 신체자료를 제공할 수 있다.

사이즈코리아 프로젝트는 이미 2010년에 제6차 인체치수 측정사업을 통해 한국인 인체치수를 갱신한 바 있다(Yu, 2010). 현재 사이즈코리아 홈페이지를 통하여 서비스되고 있는 KHS는 제5차 인체치수 측정사업을 통해 획득된 자료를 바탕으로 하고 있으므로 KHS의 배경자료를 제6차 자료로 갱신하는 것이 차후의 과제가 될 것이다.

## Acknowledgements

This work was funded by grants from Korean Agency for Technology and Standards.

## References

- Jeong, B. Y. and Lee, D. K., Modern Ergonomics, 2nd Ed., Minyoeng Publishing Co, 2009.
- Jeong, E. S., A Study on Development of a Human Scale for Visual Illustration of Korean Anthropometric Data, Technical Report of KATS, 2004.
- Korea Power Engineering Company, Human Factors Engineering Guideline Document, 9-750-J410 (HF010), Rev 1, 1999.
- Korean Agency for Technology and Standards (KATS), The 5th Korean Anthropometry Survey Data-Anthropometric Statistics by Direct Measurement, Technical Report, 2005.
- Lee, D. H., Development of the Digital Korea Human Scale and the Application Manual, Technical Report of KATS, 2006.
- Niels D., Alvin R. T., David H., Humanscale 1-9 Manual, Henry Dreyfuss Associates, 1991.
- Pulat B. M., Fundamentals of Industrial Ergonomics, Prentice Hall, 1992.
- Sanders, M. S. and McCormick, E. J., Human Factors in Engineering and Design, 7th Ed, McGraw-Hill, 1992.
- Size Korea Home Page, <http://sizekorea.kats.go.kr>(retrieved December 1, 2011).

Yu, J. W., The 6th Korean Anthropometry Direct Measurement Survey  
Project Report, Technical Report of KATS, 2010.

Date Received : 2011-12-23

Date Revised : 2012-01-11

Date Accepted : 2012-01-11

## Author listings

**Dhong Ha Lee:** dhonghal@suwon.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Department of Industrial Engineering, KAIST

**Position title:** Professor, Department of Industrial Engineering, the  
University of Suwon

**Areas of interest:** Human Factors in Nuclear Power Plant, Risk  
Management, HCI