

한국인의 스테레오타입에 부합하는 공정제어용 이어콘 설계 가이드라인의 도출

김상호* · 김진수**

*금오공과대학교 산업공학부 · **(주)세명기업

Guidelines for Designing Earcons to Deliver Process Control Information using its Semantic Association

Sang-Ho Kim* · Jin-Su Kim**

*School of Industrial Engineering, Kumoh National Institute of Technology

**SEMYUNG Industrial Co.,Ltd

Abstract

It is presumable that properly designed earcons given simultaneously with visual information could enhance the situation awareness of operators when they are involving in highly complicate process control activities. In this study, population stereotypes of earcons with respect to process control information were identified using 60 Korean subjects. To do this, 11 most distinctive earcons were selected from various earcons having different pitch, rhythm, and timbre. Associations between the selected earcons and 40 pairs of adjectives used to describe the state of control in process were gathered from 37 subjects using a semantic differential method. Based on the results from multivariate analyses, the 40 pairs of adjectives were aggregated into three distinctive semantic dimensions. The emotional maps of the 11 earcons matched with the semantic dimensions were presented in this study. On the basis of these results, a general guideline was suggested for designing earcons to deliver process control information.

Keywords : Earcons, Process Control, Design Guidelines, Korean Population Stereotypes, Multivariate Analysis

1. 서 론

생산기술의 발달과 함께 공정자동화의 진행이 가속화되면서 원자력 발전소, 화학공장을 비롯한 많은 산업현장에서 작업자들의 직무형태가 공정에 대한 감시자 또는 관리자로서의 역할로 변화되고 있다[1]. 자동화된 공정을 감시하는 작업자는 공정의 상태를 파악하고 필요한 조치를 취하기 위해 수많은 정보를 수집, 처리하여야 하기 때문에 작업자의 정보처리 능력이 전체적인 작업의 생산성과 안전성을 좌우하게 된다. 작업내용이 비

교적 단순했던 과거와는 달리 자동화된 생산라인은 대단히 복잡한 양상을 띠기 때문에 이를 관리하기 위한 정보 역시 방대하고 다양할 수밖에 없다. 따라서 작업자가 필요로 하는 정보에 대한 보다 효과적인 제시방식 또는 표현방식이 요구됨에도 불구하고 아직 많은 산업현장에서 효율적인 정보 인터페이스의 구축에 어려움을 겪고 있다[11]. 현재까지 전산화 내지 자동화된 공정 감시 활동에 사용되는 인터페이스는 시각정보 채널을 이용한 VDT의 형태가 대부분을 차지하고 있다[4, 5].

† 본 논문은 금오공과대학교 교내학술연구비 지원에 의한 연구결과임.

† 교신저자: 김상호, 경북 구미시 양호동 1번지 금오공과대학교 산업시스템공학부

M · P: 010-9502-4387, E-mail: kimsh@kumoh.ac.kr

2011년 1월 20일 접수; 2011년 3월 11일 수정본 접수; 2011년 3월 14일 게재확정

시각은 인간의 가장 주된 정보습득 채널이지만 이를 통해 제시되는 과도한 시각정보는 작업자의 정신적 과부하를 유발할 수 있기 때문에 이를 보완할 수 있는 독립적인 또는 보조적인 정보채널이 활용되어야 할 필요성이 있다[4-8]. 또한 시각 인터페이스는 정보습득을 위해 사용자가 디스플레이에 시선을 고정해야 한다는 한계점으로 인해 움직이면서 정보를 수용해야 하거나 수용 위치의 시각 환경이 열악할 때에는 정보전달 과정에 문제를 야기할 수 있다[2, 3].

시각채널을 통한 정보전달의 한계를 극복하기 위한 방안으로 청각정보의 활용이 연구되어 왔는데 Gaiver에 의한 청각 아이콘(Auditory Icon)과 Blattner에 의한 이어콘(Earcon)이 그 대표적인 예이다[2, 5, 8]. 청각 아이콘은 인터페이스를 통해 다루어지는 대상물과 작업자가 수행해야 할 업무 등의 정보를 사용자가 일상생활에서 흔히 경험할 수 있는 자연스러운 소리들로 표현한 것이다[8]. 청각 아이콘은 사용자에게 직관적인 감성을 유발하기 때문에 별도의 학습이 필요치 않고 복합적인 정보를 제공해주는 장점이 있으나 이를 설계하거나 추상화하기 어렵다는 단점이 있다. 이어콘은 정보활동의 대상물이나 조치, 업무 등을 소리로 표현한다는 점에서는 청각 아이콘과 유사하지만 전달하고자 하는 정보의 특성에 따라 설계와 추상화가 가능한 인공적인 소리라는 차이점이 있다[5]. 이어콘은 모티브라고 하는 아주 짧고 리듬이 있는 음조의 연속으로서, 서로 다른 모티브의 특성과 조합에 따라 원하는 형태로 설계가 가능하다.

모티브의 특성을 결정하는 파라미터로는 리듬, 피치, 음색, 음역, 세기 등이 있는데 Sumikawa는 이 중 리듬과 피치를 고정적 특성으로, 나머지를 가변적 특성으로 정의하고 이들의 변화를 통해 모티브를 설계하기 위한 일반적 가이드라인을 제시하였다[2, 5]. Sumikawa의 이어콘 설계 가이드라인은 설계 파라미터의 변화범위와 이어콘의 적합한 구조를 제시하고 있으나, 전달하고자 하는 정보의 의미적 특성과 관련한 이어콘의 설계방안에 대해서는 언급하지 않았다.

작업자에게 정보를 전달하는 과정에서 정보의 의미와 높은 연관성이 있는 코딩체계(semantic coding)를 활용하는 것이 효과적이라는 사실은 많은 연구사례들을 통해 이미 밝혀진 바 있다[9, 10, 12]. 본 연구에서는 다양하고 방대한 공정관련 정보의 전달이 필요한 상황에서 시각정보의 한계성을 보완하기 위해 이어콘을 활용하고자 할 경우, 의미연관성을 활용하여 보다 효율적인 정보전달을 가능하게 해주는 이어콘의 설계원리를 규명해보고자 하였다. 인간의 정보처리 특성상 한 번에 처리할 수 있는 자극의 수는 한정적이기 때문에, 이어콘을 이용한 공정관련 정보제시 방식을 보다 효율적으로

활용하기 위해서는 인간의 이어콘 인식특성에 대한 고찰이 필요하다. 즉 설계 가능한 다양한 이어콘들 중 변별력이 높은 소수의 이어콘을 도출하고, 이들 이어콘에 내재된 의미와 관련된 사용자들의 감성적 스테레오타입을 파악함으로써 전달하고자 하는 정보와 가장 높은 의미 연관성을 지닌 이어콘의 특성을 파악할 필요가 있다.

2. 연구내용 및 방법

2.1 실험용 이어콘의 결정

이어콘은 추상적으로 설계된 인공적 사운드로서 사운드와 정보 사이에 직관적인 연결고리가 없기 때문에 사용자에 의한 학습을 거쳐야만 사운드와 정보 사이에 강력한 모티브가 형성될 수 있다[2, 5]. 따라서 본 연구에서는 사용자들에게 쉽게 학습될 수 있으면서도 변별력을 지닌 정보코딩용 이어콘을 도출하기 위한 실험을 먼저 실시하였다. 본 실험에서 사용할 이어콘 설계파라미터의 가변범위를 결정하기 위하여 사람들이 쉽게 접하는 컴퓨터 운영체제에서 많이 사용되어 학습효과가 있을 것으로 판단되는 청각신호음을 수집하였다. 수집 대상인 컴퓨터 운영체제는 MicrosoftTM사의 Windows XPTM이었다. 이 운영체제에서 주로 제공되는 청각인터페이스 32종을 수집한 뒤 이어콘들은 동일한 옥타브 범위를 갖도록 설계해야 한다는 Sumikawa[13]의 가이드라인을 수용하고, 사람이 걷는 발자국 소리, 종이를 구기는 소리와 같이 자연적인 소리들을 제외한 결과 총 15가지의 이어콘이 도출되었다. 도출된 이어콘들의 설계파라미터 값을 확인하기 위하여 음악편집 프로그램인 GuitarProTM Version 5를 활용해 피치, 리듬, 음색을 조절하면서 해당 이어콘의 소리특성을 재현하였다.

<표 1>은 이상의 과정을 통해 확인된 15종의 이어콘들이 지닌 설계파라미터 값들을 정리한 것이다. 이를 통해 15종의 이어콘들이 지닌 설계파라미터들의 변화범위가 <표 2>와 같음을 확인하였으며, 이들의 조합에 의해 만들어 낼 수 있는 총 318개의 이어콘들을 대상으로 사용자에게 높은 변별력을 제공하는 이어콘을 선별하기 위한 실험을 실시하였다.

비슷한 형태로 이루어진 4개의 이어콘을 한 그룹으로 묶어, 총 80개의 그룹에 대하여 각 그룹 내에서 다른 이어콘과 가장 뚜렷하게 구분되는 이어콘 하나를 선택하도록 하였으며 피실험자로는 21-27세 사이의 대학(원)생 60명이 참가하였다. 실험 결과 318개의 개별 이어콘에 대한 선택회수는 최소 2회에서 최대 48회까

지 다양한 차이를 나타내었다. 이중 피실험자의 50% (30회) 이상이 선택한 이어콘의 개수는 총 22개였으며 이들을 파라미터의 유사성에 따라 분류한 결과는 다음의 <표 3>과 같다.

<표 1> 기존 컴퓨터 운영체제의 주요 이어콘 특성

| 종류 | 피치 | 리듬 | 음색 |
|----|----------|---------------|------------|
| | CC | 16, 4 | Organ |
| | C· | 8 | Steel Drum |
| | E·D·C·C· | 32, 32, 32, 8 | Pizzicato |
| | G | 4 | Vibraphone |
| | C·G | 8, 4 | Clarinet |
| | C·C· | 16, 2 | Organ |
| | C | 4 | Bass |
| | C· | 8 | Vibraphone |
| | E· | 8 | Piano |
| | GC· | 64, 8 | Piano |
| | E·C· | 32, 8 | Piano |
| | CCC | 16, 16, 4 | Accordion |
| | CG | 16, 8 | Accordion |
| | GC | 16, 8 | Accordion |
| | GC· | 64, 64 | Piano |

<표 2> 기존 컴퓨터 운영체제의 주요 이어콘 특성

| 피치 | C / C' / G / E / E' | CC / CG / C'G / E'C' / GC / GC' |
|----|--|--|
| 리듬 | 4 / 8 | 8,4 / 16,2 / 16,4 / 16,8 / 32,8 / 64,8 / 64,64 |
| 음색 | Vibraphone / Clarinet / Bass / Organ / Piano / Accordion | |

<표 3> 실험용 이어콘의 그룹과 설계 파라미터

| 횟수 | 피치 | 리듬 | 음색 | 횟수 | 피치 | 리듬 | 음색 |
|----|-----|-------|------------|----|------|--------|------------|
| 48 | C· | 4 | Vibraphone | 40 | GC· | 64, 64 | Piano |
| 39 | C· | 4 | Piano | 35 | CG | 64, 64 | Piano |
| 31 | E· | 4 | Organ | 32 | CG | 64, 64 | Vibraphone |
| 45 | CC | 8,4 | Organ | 37 | E'C· | 64, 64 | Vibraphone |
| 32 | CC | 16, 4 | Organ | 33 | E'C· | 64, 64 | Bass |
| 41 | GC· | 32, 8 | Bass | 32 | E'C· | 64, 64 | Piano |
| 30 | GC· | 32, 8 | Piano | 38 | GC· | 16, 4 | Accordion |
| 31 | C'G | 16, 4 | Piano | 37 | GC· | 16, 4 | Vibraphone |
| 30 | C'G | 16, 4 | Bass | 35 | GC· | 16, 4 | Clarinet |
| 30 | C'G | 16, 4 | Organ | 30 | GC· | 16, 4 | Organ |
| 31 | GC | 16, 8 | Clarinet | 30 | GC· | 16, 4 | Bass |

이들 22가지 이어콘의 유사성과 선택횟수, 파라미터의 형태 등을 고려하여 각 그룹을 대표할 수 있는 11가지 이어콘을 선별하였으며, 최종 선별된 이어콘들의 파라미터 형태를 살펴보면 8가지의 피치, 6가지의 리듬, 6가지 음색으로 구성되어 있다는 것을 알 수 있다.

2.2 공정 상태 관련 감성어휘

본 연구에서 사용된 감성어휘는 공정관련 정보의 효율적 전달을 위한 색상코드의 도출과 관련된 선행연구 [1]에서 사용된 40쌍의 어휘를 참고로 결정되었다. 이 어휘들은 공정현황과 관련된 정보를 표시하기에 적합한 감성어휘들로서 기존의 연구 결과들과 관련 도서, 실제 작업현장에서 사용되는 상태 형용사 등 여러 출처로부터 수집되었다. 수집된 감성어휘들 중 유사하거나 중복된 어휘들을 배제하고 대표성이 있는 최종 40쌍의 공정상태 관련 감성 어휘들이 추출되었으며 이들을 정리하면 다음의 <표 4>와 같다.

<표 4> 공정 상태를 나타내기 위해 사용된 형용사

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Accept-Reject | Forward-Backward |
| Attention-Inattention | Full-Empty |
| Bright-Dim | Go-Stop |
| Busy-Idle | Good-Bad |
| Caution-Thoughtless | Harmless-Fatal |
| Clean-Dirty | Hot-Cold |
| Comfort-Discomfort | Important-Trivial |
| Do-Don't | Increase-Decrease |
| Easy-Difficult | Light-Heavy |
| Flammable-Fireproof | Loose-Fast |
| Near-Far | Right Hand-Left Hand |
| Normal-Abnormal | Safe-Dangerous |
| Notice-Neglect | Satisfied-unsatisfied |
| On-Off | Simple-Complex |
| Open-Close | Soft-Hard |
| Out-In | Stable-Explosive |
| Possible-Impossible | Strong-Weak |
| Pure-Contaminated | Up-Down |
| Push-Pull | Upper-Under |
| Quiet-Noisy | Urgent-Relaxed |

2.3 이어콘의 감성평가 실험

앞서의 실험을 통해 선별된 변별력이 우수한 이어콘들과 대표적 공정상태 형용사들 간의 의미연관성을 파악하기 위하여 감성공학기법인 의미미분법을 사용하였다.



<그림 1> 이어콘 감성 평가 프로그램의 수행화면

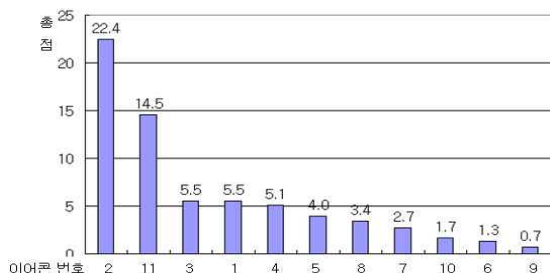
본 실험에는 대학교에 재학 중인 37명의 20대 피실험자들이 참여하였으며, PC를 통해 제시된 이어콘과 감성어휘간의 연관성 정도를 리커트의 7점 척도를 이용하여 평정하도록 하였다. <그림 1>은 실험과정에서 사용된 평가용 프로그램으로서 프로그래밍 언어인 Javascript™ 및 PHP™를 사용하여 코딩되었으며, 제시되는 이어콘과 감성어휘의 순서에 따른 영향을 배제하기 위하여 이어콘과 감성어휘 조합을 매 실험마다 무작위로 변화시키도록 고안되었다.

피실험자들이 실험과정에 익숙해지도록 하기 위하여 본 실험에 앞서 예비실험을 수행하도록 하였으며, 실험을 통해 얻은 데이터에 대한 통계적 분석에는 범용 통계분석 패키지인 MINITAB™과 Excel™을 사용하였다.

3. 연구 결과

3.1 감성어휘와 이어콘간의 연관성

실험을 통해 확인된 11가지 이어콘과 개별 감성어휘간의 연관성 점수(최고치)를 이용하여 생산 공정관련 정보를 표현하는데 효율적인 활용성 높은 이어콘의 형태와 그 이어콘이 나타내줄 수 있는 감성어휘들의 특성을 분석하였다. 우선, 감성어휘들과 높은 연관성을 나타내는 활용성 높은 이어콘의 형태를 파악하기 위하여 각 이어콘별로 획득한 최고치를 합산한 후 이를 크기순으로 정리한 결과는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 감성 어휘와 연관된 이어콘 점수 분포

전체적으로 이어콘 2번이 33%로 가장 많은 감성어휘와 연관된 의미를 지니고 있으며, 다음으로 이어콘 11번 (22%), 이어콘 3번(8%)의 순서로 다른 이어콘들에 비해 비교적 높은 연관성을 지니고 있음을 확인할 수 있었다. 다음의 <표 5>는 각 이어콘에 연관된 형용사들을 연관성 점수에 따라 순서대로 나열한 것이다.

<표 5> 개별 이어콘과 공정 상태 형용사의 연관성

| 이어콘 | 공정상태 형용사 |
|-----|--|
| 2 | Reject Thoughtless Dirty Don't Difficult Stop Bad Fatal Fast Far Abnormal Close Impossible Contaminated Noisy Hard Explosive Strong Up |
| 11 | Dim Idle Fireproof Backward Harmless Trivial Decrease Heavy Loose Neglect Off Out Left Hand Unsatisfied Down Under |
| 3 | Attention Caution Full Notice Dangerous Complex |
| 1 | Clean Comfort Go Cold Light Normal Quiet Simple Relaxed |
| 4 | Inattention Busy Discomfort Weak Urgent |
| 5 | Bright Do Forward On Open Possible Pull |
| 8 | Empty Pure Push Right Hand Upper |
| 7 | Accept Easy Good In Satisfied Stable |
| 10 | Hot Important Increase |
| 6 | Flammable Safe Soft |
| 9 | Near |

연관성 분석결과를 통해 이어콘 2번은 부정적이거나 어려움을, 11번은 어두움, 무거움 등을, 3번은 주의를 요하거나 위험함을 나타내는 공정상태 형용사들과의 연관성이 높음을 확인할 수 있다.

3.2 이어콘 감성의 요인분석

실험에 사용된 40개 감성어휘들이 구성하는 의미공간을 판별하고, 유사한 의미를 지닌 감성어휘들을 그룹핑하기 위하여 실험을 통해 구해진 이어콘별 의미미분(SD) 평정치에 대하여 요인분석(Factor Analysis)을 실시하였다. Scree Plot에 따른 분석결과 고유치(Eigen Value)가 2 이상인 의미를 지닌 요인의 수는 모두 3개로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 공정 상태와 관련된 형용사들의 감성차원을 3차원으로 확정하고, 각 차원을 대표하는 요인을 추출하기 위하여 요인부하행렬에 대한 분석을 실시하였다. 분석대상인 40개 감성어휘 중 요인부하치의 절대값이 0.5 이상으로 나타난 어휘를 3개 요인으로 그룹핑한 결과는 다음의 <표 6>과 같다.

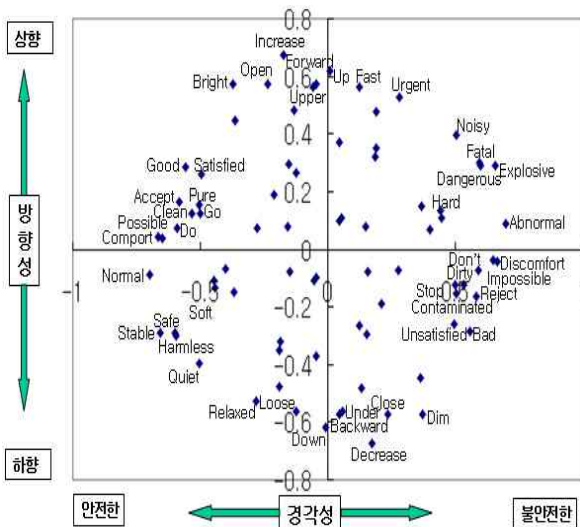
제 1요인에 의해 요약되는 감성어휘들이 지닌 공통적인 특성은 공정에서 진행되는 작업의 위험성이나 불안정성 등과 높은 연관성이 있음을 확인할 수 있다. 이

에 따라 제 1차원의 이름은 경각성으로 명명하였다. 또한 제 2요인에 의해 요약되는 감성어휘들은 공정과 관련된 기계적, 물리적인 방향의 변화와 경향을 나타낸다. 이에 따라 제 2차원의 이름은 방향성으로 명명하였다. 한편, 제 3요인에 의해 설명되는 감성어휘들의 공

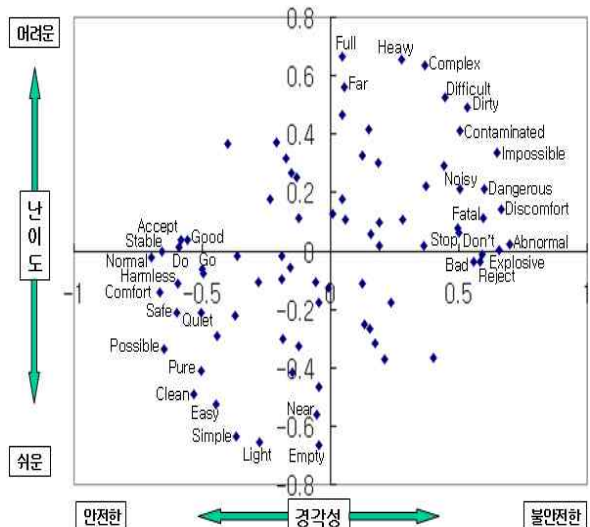
통적 특성은 공정과 관련된 심리적인 난이도로 파악됨에 따라 제 3차원의 이름은 난이도로 명명하였다. 이상의 과정을 통해 분석된 감성어휘들의 의미 공간 차원에 각 감성어휘들의 대응위치를 표시하면 <그림 3-5>와 같다.

<표 6> 이어콘 감성에 따른 요인분석 결과

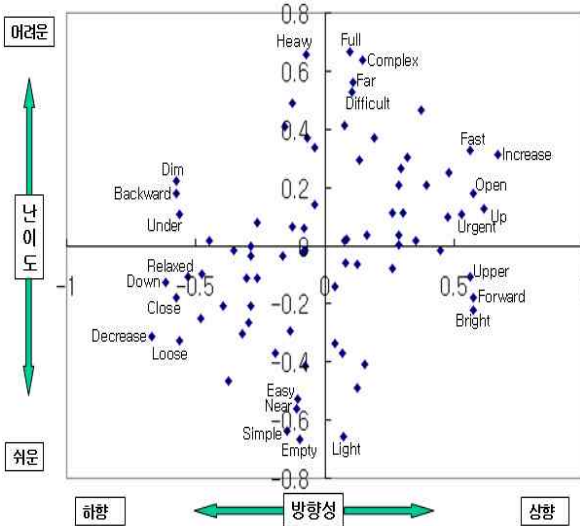
| 요인 | 공정상태 형용사 |
|-----|---|
| 경각성 | Accept-Reject Clean-Dirty Comfort-Discomfort Do-Don't Go-Stop Good-Bad Harmless-Fatal Normal-Abnormal Possible-Impossible Pure-Contaminated Quiet-Noisy Safe-Dangerous Satisfied-Unsatisfied Soft-Hard Stable-Explosive |
| 방향성 | Bright-Dim Forward-Backward Increase-Decrease Loose-Fast Open-Close Up-Down Upper-Under Urgent-Relaxed |
| 난이도 | Easy-Difficult Full-Empty Light-Heavy Near-Far Simple-Complex |



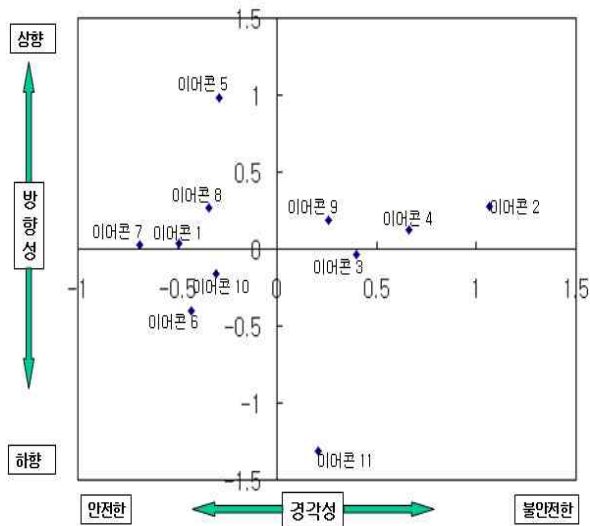
<그림 3> 경각성과 방향성 차원의 감성어휘 분포



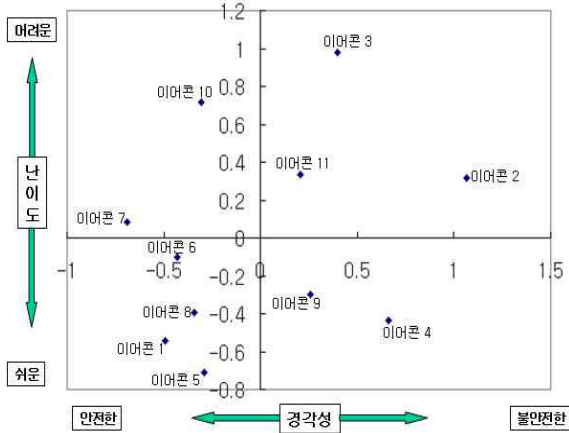
<그림 4> 경각성과 난이도 차원의 감성어휘의 분포



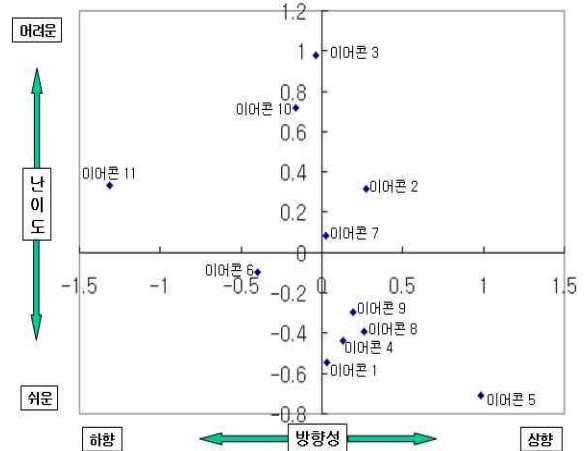
<그림 5> 방향성과 난이도 차원의 감성어휘 분포



<그림 6> 경각성과 방향성 차원의 이어콘 분포



<그림 7> 경각성과 난이도 차원의 이어콘 분포



<그림 8> 방향성과 난이도 차원의 이어콘 분포

3.3 감성공간에서의 이어콘 대응분석

앞서의 분석과정을 통해 파악된 공정관련 감성 어휘들의 의미 공간상의 위치와 이어콘간의 연관성을 살펴보기 위하여, 실험과정을 통해 얻어진 각 이어콘의 요인특점을 이용한 감성지도로 작성하였으며, 이를 정리하면 <그림 6-8>과 같다. 이상의 결과들을 통해 사람들은 이어콘 7번은 높은 주의력을 요하는 작업을 연상하고 있고 그와 반대로 이어콘 2번은 작업여건이 불안정하고 주의력을 요하지 않는 작업이라는 심상을 지니고 있음을 확인할 수 있다. 또한, 이어콘 5번은 상향 또는 전방을 뜻하는 정보를 표시하기에 적합하고, 이어콘 11번은 하향 또는 후방과의 의미연관성이 높음을 확인하였다. 이어콘 3번은 상대적으로 고난이도의 작업을 표시하기에 적합하고, 이어콘 5번에 대해서는 쉬운 작업 형태를 연상하고 있는 것으로 나타났다.

4. 연구결과의 고찰

4.1 이어콘 감성의 요인분석 결과

본 연구를 통해 공정특성 정보의 전달을 위해 사용한 40개 쌍의 감성어휘와 11개의 변별력이 높은 이어콘에 대한 의미미분 평정치를 기준으로 감성어휘의 의미 공간 차원을 3개의 요인축인 경각성, 방향성, 난이도로 축약할 수 있음을 확인하였다. 본 연구결과의 타당성을 검증하기 위하여 서론에서 언급한 선행연구 사례[1]의 결과와 본 연구결과를 비교해 보았다. 다음의 <표 7>에 정리된 바와 같이 선행연구를 통해 감성어휘와

시각 자극인 색상 간의 의미미분 평정치를 기준으로 도출된 의미 공간 차원과 감성어휘의 분포특성이 본 연구를 통해 도출된 <표 6>의 결과와 상당한 수준의 일치도를 보이고 있음을 확인하였다.

두 연구는 시각과 청각이라는 상이한 감각기관을 대상으로 진행되었음에도 불구하고 각 연구결과를 통해 공정상태 형용사들의 감성구조 상의 공통점을 확인함으로써 본 연구결과에 따른 감성어휘 그룹핑의 타당성을 확인할 수 있다.

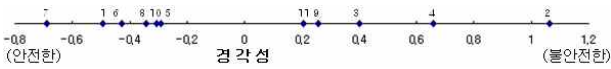
<표 7> 색상감성에 따른 요인분석 선행연구[1]의 결과

| 요인 | 공정상태 형용사 |
|-------|--|
| 경각성 | Accept-Reject Comfort-Discomfort Do-Don't Easy-Difficult Go-Stop Good-Bad Harmless-Fatal Normal-Abnormal Possible-Impossible Pure-Contaminated Safe-Dangerous Satisfied-Unsatisfied |
| 안정성 | Bright-Dim Full-Empty Loose-Fast Simple-Complex Soft-Hard Strong-Weak |
| 측량 크기 | Attention-Inattention Busy-Idle Caution-Thoughtless Flammable-Fireproof Hot-Cold Notice-Neglect Up-Down Important-Trivial Increase-Decrease |

4.2 감성공간 상의 이어콘 분포

3.3절에 정리한 감성지도를 통해 변별력이 높은 11개 이어콘의 의미공간상의 위치를 파악할 수 있었다. 의미공간에 분포된 개별 이어콘의 위치자료를 이용하여 전달하고자 하는 공정특성 정보에 적합한 이어콘들의 특성을 분석해 보았다. 전달하고자 하는 정보의 특성에 부합하는 이어콘의 설계특성을 보다 명확하고 단순화하여 파악할 수 있도록 각 이어콘의 의미 공간 좌표를 단일 요인축으로 축약하여 재배치한 후 이어콘별 설계특성을 축 좌표값의 변화에 따라 정리하였다.

<그림 9>와 <표 8>은 요인분석을 통해 도출된 제 1 요인인 경각성을 축으로 축약된 11개 이어콘의 위치와 설계특성의 변화를 정리한 결과이다. <표 7>을 통해 확인할 수 있는 바와 같이 높은 경각성을 요구하는 불안정한 공정특성을 나타내기 위해 가장 적합한 2번 이어콘은 E'의 피치, 4분음, Organ 음색으로 설계되었다.



<그림 9> 경각성 축에서의 이어콘 배치도

<표 8> 경각성 정도에 따른 이어콘 설계특성의 변화

| | 이어콘 | 피치 | 리듬 | 음색 |
|-----------------------------------|-----|------|--------|------------|
| 안정적인 ↑ 경 각 성 ↓ | 7 | C'G | 16, 4 | Piano |
| | 1 | C' | 4 | Vibraphone |
| | 6 | GC' | 32, 8 | Bass |
| | 8 | CG | 64, 64 | Vibraphone |
| | 10 | GC' | 16, 4 | Accordion |
| | 5 | EC' | 64, 64 | Vibraphone |
| | 11 | GC | 16, 8 | Clarinet |
| | 9 | GC' | 64, 64 | Piano |
| | 3 | CC | 8, 4 | Organ |
| | 4 | E'C' | 64, 64 | Bass |
| 불안정환 | 2 | E' | 4 | Organ |

반면에 낮은 경각성을 갖는 안정적인 공정특성을 나타내기 위해 가장 적합한 7번 이어콘은 C'G의 피치로 16분음에서 4분음으로 변화하는 Piano 음색으로 표현되었다. 이어콘의 설계특성과 경각성 사이의 연관성을 살펴보면 높은 경각성을 나타내기 위해 적합한 이어콘들은 상대적으로 피치가 높고 Organ이나 Bass와 같이 무거

운 음색을 지닌 악기음으로 표현되었으며 리듬의 변화가 없도록 설계되었음을 확인할 수 있다. 경각성이 낮거나 안전한 상태를 표시하기에 적합한 이어콘들은 상대적으로 낮은 피치와 단음→장음의 변화를 가지는 리듬, piano, vibraphone같은 맑은 음색을 지닌 공통점이 있는 것으로 나타났다.

감성어휘 공간을 결정하는 제 2요인인 방향성을 축으로 축약된 11개 이어콘의 분포와 설계특성의 변화는 <그림 10> 및 <표 9>와 같다. 위쪽이나 전진, 증가 등의 방향성을 나타내기 위해 가장 적합한 5번 이어콘은 EC'의 피치, 64분음의 짧은 리듬과 경쾌한 음색을 지닌 Vibraphone으로 표현되었다. 이와 반대로 아래쪽이나 후진, 감소 등의 방향성을 나타낼 때 가장 적합한 11번 이어콘의 경우에는 GC의 피치, 16분음에서 8분음으로 변화하는 리듬과 Clarinet의 음색으로 표현됨을 확인하였다. 이어콘의 설계특성과 방향성 사이의 연관성을 살펴보면 상향 또는 증가를 나타내기 위해 적합한 이어콘들은 빠른 리듬, Vibraphone 같은 맑은 음색을 공통적으로 지니고 있음을 알 수 있다. 또한 하향 또는 감소를 나타내기 위해서는 느린 리듬, Clarinet 같은 목관악기의 음색을 이용하여 설계된 이어콘이 적합하며, 방향성과 관련된 정보는 이어콘의 피치 변화에는 그다지 민감하지 않음을 확인할 수 있다.

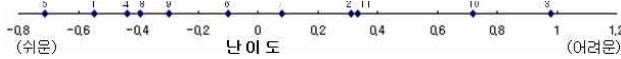


<그림 10> 방향성 축에서의 이어콘 배치도

<표 9> 방향성에 따른 이어콘 설계특성의 변화

| | 이어콘 | 피치 | 리듬 | 음색 |
|---------------------------------|-----|------|--------|------------|
| 상향 ↑ 방 향 성 ↓ | 5 | EC' | 64, 64 | Vibraphone |
| | 8 | CG | 64, 64 | Vibraphone |
| | 2 | E' | 4 | Organ |
| | 9 | GC' | 64, 64 | Piano |
| | 4 | E'C' | 64, 64 | Bass |
| | 1 | C' | 4 | Vibraphone |
| | 7 | C'G | 16, 4 | Piano |
| | 3 | CC | 8, 4 | Organ |
| | 10 | GC' | 16, 4 | Accordion |
| | 6 | GC' | 32, 8 | Bass |
| 하향 | 11 | GC | 16, 8 | Clarinet |

<그림 11>과 <표 10>은 감성어휘 공간을 결정하는 제 3요인인 난이도를 축으로 축약된 11개 이어콘의 분포와 설계특성의 변화를 정리한 결과이다. 위쪽과 관련된 방향성을 전달하는데 가장 적합한 것으로 나타난 5번 이어콘은 쉽고 단순한 작업과 관련된 공정정보의 전달에 있어서도 가장 적합한 특성을 지닌 것으로 나타났다. 반면에 어렵거나 복잡한 작업과 관련된 공정정보를 전달하기 위해서는 CC의 피치, 8분음에서 4분음으로 느리게 변화하는 리듬, Organ으로 표현한 낮은 음색을 지닌 3번 이어콘이 가장 적합한 것으로 나타났다. 이어콘의 설계특성과 난이도의 연관성을 살펴보면 난이도가 낮은 작업은 높은 피치, 빠른 리듬, Vibraphone과 같은 맑은 음색을 지닌 이어콘들이 적합하며, 난이도가 높은 어려운 작업과 관련된 정보는 낮은 피치에 느린 리듬, Organ이나 Accordion과 같은 무거운 음색을 지닌 이어콘으로 표현하는 것이 적합한 것으로 나타났다.



<그림 11> 난이도 축에서의 이어콘 배치도

<표 10> 난이도에 따른 이어콘 설계특성의 변화

| | 이어콘 | 피치 | 리듬 | 음색 | |
|-----------------------|-----|-------------------------------|-------------------------------|--------|------------|
| ↑ 난 이 도 ↓ | 쉬운 | 5 | E [·] C [·] | 64, 64 | Vibraphone |
| | 1 | C [·] | 4 | | Vibraphone |
| | 4 | E [·] C [·] | 64, 64 | | Bass |
| | 8 | CG | 64, 64 | | Vibraphone |
| | 9 | GC [·] | 64, 64 | | Piano |
| | 6 | GC [·] | 32, 8 | | Bass |
| | 7 | C [·] G | 16, 4 | | Piano |
| | 2 | E [·] | 4 | | Organ |
| | 11 | GC | 16, 8 | | Clarinet |
| | 10 | GC [·] | 16, 4 | | Accordion |
| | 어려운 | 3 | CC | 8, 4 | Organ |

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 이어콘의 설계개념을 파악하고, 자동화된 공정에서 공정 상태와 연관된 특성정보를 이어콘을 통하여 전달하고자 할 때, 보다 효율적인 정보전달을 위한 이어콘의 설계 원리를 실험적으로 규명하고 제안하고자 하였다. 본 연구과정을 통해 얻은 주요 연구결과와 그에 따라 제안할 수 있는 공정정보의 이어콘 설계 방식을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 공정과 관련된 주요정보를 표시하기에 적합하다고 판단되는 감성어휘들을 수집하여 분석한 결과, 공정정보와 관련된 주요 감성차원은 경각성, 방향성, 난이도를 나타내는 3가지 축으로 나눌 수 있다.
- 2) 경각성과 관련된 정보를 전달하고자 하는 경우, 높은 경각성을 요하는 작업정보 전달 시에는 Organ과 같은 무거운 음색에 높은 피치의 이어콘을, 안전하고 경각성이 낮은 정보는 단음→장음의 변화를 가지는 리듬, Piano, Vibraphone같은 맑은 음색의 건반악기를 이용하여 설계된 이어콘을 사용하는 것이 바람직하다.
- 3) 방향성과 관련된 정보를 전달하고자 하는 경우, 상향 또는 전망을 나타내는 정보는 빠른 리듬, Vibraphone 같은 맑은 음색으로 구성된 이어콘을, 하향 또는 후방을 나타내는 정보는 느린 리듬에 Clarinet 같은 목관악기의 음색으로 구성된 이어콘을 사용하는 것이 바람직하다.
- 4) 난이도와 관련된 정보를 전달하고자 하는 경우, 쉽고 단순한 작업과 관련해서는 높은 피치, 빠른 리듬, vibraphone 같은 맑은 음색으로 구성된 이어콘을, 어렵고 복잡한 작업을 나타내는 정보는 낮은 피치, Organ, Accordion과 같은 무거운 음색을 지닌 악기를 사용하여 제작된 이어콘을 사용하는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 한국인들이 지닌 고유한 감성 또는 스테레오타입을 기반으로, 복잡한 공정제어 과정에서 전달하고자 하는 정보의 내용과 이를 표현하는 이어콘 간의 의미연관성을 파악하여 이어콘의 설계원리를 규명하는데 주력하였다. 서론에서 언급한 바와 같이 이어콘 등과 같은 청각정보는 시각정보를 보조하는 수단으로 사용될 경우가 많기 때문에 본 연구결과의 유용성을 확인하기 위해서는 시각 및 청각이 혼합된 형태의 인터페이스를 대상으로 한 추후 연구가 필요한 것으로 판단된다. 즉, 본 연구결과를 활용하여 설계된 이어콘이 정보전달 과정에서의 작업수행도에 있어 다른 정보전달 방식에 비해 어느 정도의 이득을 얻게 해주는지를 구체적인 실험을 통해 비교, 평가하는 연구과정이 후속되어야 할 것이다. 또한 이러한 비교실험 과정에서 학생이 아닌 실제 공정의 작업자들을 피실험자로 하는 현장평가가 이루어지는 것이 바람직하겠다.

6. 참 고 문 헌

[1] 김상호, 박관석, “한국인의 고정관념에 부합하는 공정제어용 색상코드의 도출”, 대한안전경영과학회지, 6 (2004): 187-199.

[2] 김호정, “제품 정보 구조의 효율적인 네비게이션을 위한 이어콘 프로토타입 개발에 관한 연구”, KAIST석사학위논문, 2003.

[3] 조영일, 인간공학 제 7판 (1994): 47, 대영사.

[4] Barfield, W., Rosenberg, C. and Levasseur, G., "The Use of Icons, Earcons, and Commands in the Design of an Online Hierarchical Menu", IEEE Transactions on Professional Communication, 34 (1991): 101-108.

[5] Blattner, M., Sumikawa, D. and Greenberg, R., "Earcons and icons: Their structure and common design principles", Human Computer Interaction, 4 (1989): 11-44.

[6] Brewster, S.A., "Using Non-Speech Sound to Overcome Information Overload", Displays, 17 (1997): 179-189.

[7] Deatherage, B.H., "Auditory and other sensory forms of information presentation", In H. P. Van Cott & R. G. Kinkade (Eds.), Human Engineering Guide to Equipment Design (rev. ed.), 123-160, Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1972.

[8] Gaver, W.W., "Auditory icons: Using Sound in Computer Interfaces", Human-Computer Interaction, 2 (1986): 167-177.

[9] Jubis, R.M.T., "Coding Effects on Performance in a Process Control Task with Uniparameter and Multiparameter Displays", Human Factors, 32 (1990): 287-297.

[10] Leonard, S.D., "Does Color of Warning Affect Risk Perception?", International Journal of Industrial Ergonomics, 23 (1999): 499-504.

[11] Nachreiner, F., Nickel, P. and Meyer, I., "Human Factors in Process Control Systems: The Design of Human-Machine Interfaces", Safety Science, 44 (2006): 5 - 26.

[12] Post, D.L. and Geiselman, E.E., "Benefits of Color Coding Weapons Symbology for an Airborne Helmet-Mounted Display", Human Factors, 41 (1999): 515-523.

[13] Sumikawa, D. A., "Guidelines for the integration of audio cues into computer user interfaces", 1985

저 자 소 개

김 상 호



성균관대학교 산업공학과를 졸업하고, 포항공과대학교 대학원에서 석, 박사학위를 취득하였다. 인간공학기술사이고 현재 금오공과대학교 산업시스템공학전공 교수로 재직 중이며, 관심분야는 작업시스템 설계 및 평가, 산업 안전공학, 디스플레이에 대한 사용자 중심의 품질평가 등이다.

주소: 경북 구미시 양호동 1번지 금오공과대학교

김 진 수



금오공과대학교 산업공학과에서 학사와 석사학위를 취득하였다. 현재 세명기업에 재직 중이며, 관심분야는 인간공학, 감성공학, 품질시스템관리 등이다.

주소: 경북 경산시 진량읍 신상리 1210번지