Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 18, No. 2 1999, 8

감성 측정평가 시뮬레이터의 설비 배치*

Layout of simulator for measuring and evaluating human sensibility

김 채 복**, 박 세 진***, 김 철 중***

ABSTRACT

This paper investigates the methodology to develop a layout of the simulator for measuring and evaluating human sensibility. Since the simulator layout is different from general building layouts in that it is organized in order to communicate systematically between facilities, laboratories to evaluate human sensibility and equipments to support experiments in simulator, two approaches based on eigenvector and cut tree are applied to develop a simulator layout. Qualitative input data (relationship chart, space requirements for each laboratory and equipment) are obtained and transformed into quantitative data. The information obtained by two approaches provides several meaningful clues to generate the simulator layout. The simulator layout is presented based on the obtained information by two approaches. Extracted quantitative data by using eigenvector and cut tree are meaningful of generating the simulator layout.

* 본 논문은 1998년 한국 표준과학연구원과의 연학협동과제 연구결과입니다.
** 충북 청원군 강내면 한국 교원대학교 기술교육과
*** 대전시 유성구 한국 표준과학 연구원 인간공학 연구그룹

1. 서 론

특정한 제품이나 환경이 우리에게 어떠한 느낌을 주는가를 객관적으로 측정하는 것이 가능하다면 또 이러한 느낌이 제품이나 환경의 물리적 특성들과 어떠한 관계가 있는지 밝혀낸다면 우리는 제품이나 환경을 보다 쾌적하고 안락하게 만들 수 있을 것이다. 감성공학기술은 인간의 감성을 정성, 정량적으로 측정평가하고, 이를 제품이나 환경설계에 응용하여 보다 편리하고 안락하며, 안전하게 하고 더 나아가 인간의 삶을 쾌적하게 하고자 하는 기술로 정의될 수 있다 (박 세진 등, 1998).

이미 오래 전부터 선진국에서는 중진국 또는 개발도상국들과의 차별화를 위하여 제품이나 환경의 설계개발에 인간의 감성까지 고려하고자 노력하고 있다. 특히 일본에서는 통산산업성이 주축이 되어 감성공학 기술 개발 프로젝트를 수행하면서 소비자가 사지 않으면 못 배기는 제품을 만들어 자국 제품이 경쟁력을 높이고자 하고 있다. (김철중, 1997)

감성공학이 지난 1991년에 국내에 처음으로 소개되기 시작한 이래 많은 사람들이 관심을 가지기 시작했고 1995년 말에는 2000년대 선진 7개국 수준의 기술국 진입을 목표로 정부가 범부처적으로 추진하는 선도기술개발사업에 (G7 프로젝트) 감성공학 기술이 선정되어 본격적인 연구개발이 시작되었다. 감성공학 기술개발 사업은 3개의 대과제로 (감성요소기술 개발, 감성측정평가 시뮬레이터 개발, 감성의 제품 및 환경 응용기술 개발) 구성되어 있다. 감성측정평가 시뮬레이터는 감성요소기술에서 개발된 인간감성측정기술과 각종 데이터베이스를 집약하여 설치하고, 각종 모의 환경제시를 통해 그에 따른 인간 감성을 측정평가 할 수 있는 실험시설로서, 개발된 제품이나 환경의 평가에도 유용하게 활용될 수 있다.

이 세 분야 중에서 가장 핵심이 되는 기술이 감성측정평가 시뮬레이터 기술이며 그 이유는 감성요소기술에서 개발된 인간감성 측정기술과 각종 데이터베이스가 집약되어 시뮬레이터 내에 설치되면 각종 모의 환경제시를 통해 그에 따른 인간 감성을 측정평가 할 수 있으며, 개발될 제품이나 환경의 평가에도 이용되기 때문이다. 따라서, 감성측정평가 시뮬레이터 기술은 그 자체만으로도 큰 부가가치를 지닌다 할 수 있다. 따라서 감성측정평가 시뮬레이터를 개발하는 것은 우리나라의 제품의 경쟁력 제고를 위해서 매우 필요하며 이 때 개발된 시뮬레이터가 합리적으로 운영될 수 있도록 설비 배치를 수행하는 것이 필요하다.

이 감성측정평가 시뮬레이터를 개발하기 위해서는 우선 열, 소음, 진동, 온습도, 인공현실감등의 모의 환경제시기술이 필요하며, 실험실 공간에서도 다양한 환경이나 상황을 인위적으로 제시함으로써 효율적으로 인간감성에 대한 특성을 파악하도록 하는 것이 중요하다. 따라서, 모의 환경제시기술은 시뮬레이터를 설계 제작하는데 필요한 공학기술과 함께 유기적으로 결합되어져 있다.

감성측정평가 시뮬레이터는 3차원 시청각, 음향 및 진동, 후각 및 미각, 색 및 조명, 열 및 공기, 촉감 및 질감, 공간감 등의 모의환경제시기술과 인간의 감성을 종합적으로 측정, 해석하는 시스템으로 구성된다. 또한 시뮬레이터를 종합적으로 실시간으로 관리하기 위한 통합제어 시스템이 요구된다.

감성측정평가 시뮬레이터의 실험실 공간에서는 다양한 환경이나 상황을 인위적으로 제시함으로써 효율적으로 인간감성에 대한 특성을 파악하도록 하는 것이 필요하며 이는 모의환경 제시기술의 핵심이라 할 수 있다. 이미 각종의 환경시험이나 생리학적 연구를 위한 인공 기후실은 (climatic chamber) 다양한 형태로 발전되어 왔으며 이를 통하여 온도, 습도, 기류, 복사 (radiation), 강우 등의 물리적 현상의 재현이 가능하다. 따라서, 모의실험장치인 시뮬레이터에는 (simulator) 이

와 같은 가상현실감을 제공할 수 있는 실험장비와 설비로 구성되어져 있어야 하며, 이를 기초로 하여 인간의 감성을 객관적으로 측정평가할 수 있어야 한다. 그러므로, 감성측정평가 시뮬레이터의 설비배치는 이와 같은 여러 가지 기술을 보다 효과적으로 구현할 수 있도록 개발되어야 한다.

설비배치는 많은 학자들에 의하여 수 십년 동안 분석되어져온 전형적인 문제이며 이는 주어진 공간에 필요한 부서와 장비의 위치를 결정하는 것이다. 설비배치와 관련된 연구는 1950년대 체계적 배치계획을 (systematic layout planning) 시작으로 학문적인 영역을 가지기 시작하였으며 1960년대에 이와 관련된 컴퓨터 소프트웨어들이 (ALDEP, COLLELAP, CRAFT등) 개발되어졌다. 이 후 학문적으로는 간헐적으로 논문들이 발표되었으나 연구과제로서는 다소 침체기를 맞이하였다. 그러나 1980년대에 새로운 생산 시스템들이 소개되고 이들을 생산현장에 적용을 하기 위하여 기존의 설비들을 재배치할 필요가 생겼으며 이를 기점으로 설비배치에 관한 연구는 중흥기를 맞게 되었고 현재에도 많은 연구가 진행되고 있다. 최근에는 그래프를 이용한 방법 (Nozari와 Enscore, 1981), 네트워크를 이용한 방법 (Montreuil과 Ratliff, 1989; Kim et al., 1995), 인공지능을 이용한 방법 (Heragu와 Kusiak, 1990), 전문가 시스템을 이용한 방법 (Malakooti와 Tsurushima, 1989), 퍼지이론을 이용한 방법 (Raoot와 Rakshit, 1991), eigenvector를 이용한 방법 (Drezner, 1987) 등이 많이 연구되어지는 기법들이다. 이는 보다 현실적이며 출력된 결과를 현장에서 직접 사용할 수 있도록 하기 위한 노력의 일환이다.

본 논문의 목적은 감성측정평가 시뮬레이터의 설비배치를 하는 것이다. 이는 기존의 일반적인 설비배치와 다음의 세 가지 점에서 구별된다. 첫째, 부서들 사이의 상호 관련뿐만 아니라 요소기술들 사이의 상호 관련이 설비배치에 영향을 미친다. 둘째, 구현하려는 요소기술들이 같은 공간을 공유할 수 있다. 즉 요소기술들은 공간을 필요로 하지는 않지만 유기적으로 결합되어야 하기 때문에 근접도를 고려하여야 한다. 셋째, 시뮬레이터의 크기가 결정되어져 있지 않으므로 의사결정자가 각 부서별로 필요한 공간과 요소기술을 구현하기 위하여 필요한 공간을 예산의 범위 내에서 산출하여야 한다.

2. 해법절차

감성측정평가 시뮬레이터는 인간의 감성을 정밀하게 측정하기 위하여 특정 공간에 인간의 감성을 좌우하는 감성유발요소들을 제시하고, 그에 따른 인간의 감성적 반응을 측정하기 위한 장치이다. 이때 감성을 유발시키기 위해서는 조명, 온도, 진동, 후각, 시청각, 질감, 개방감, 운동감등이 필요하게 되며 이들을 유기적으로 결합하여 감성평가 시뮬레이터에서 동작하도록 제어하고 그 결과를 수집할 수 있는 통합제어 시스템이 필요하다. 통합제어 시스템을 통해 감성측정 평가실에 감성유발요소를 실시간으로 제시하고, 이에 대한 감성상태를 실시간으로 모니터링하고, 그 자료를 수집하여 관리하게 된다. 또한 이들 요소기술을 구현할 공간들에 (실험실, 부서, 회의실, 장비) 대한 정보도 감성측정평가 시뮬레이터 설비배치에 필요하다. 이를 위하여 본 논문에서는 감성을 유발시킬 수 있는 장비와 이를 통제할 컴퓨터 제어실, 감성측정 평가실, 요소기술을 구현할 공간들의 필요면적과 장비들이 차지하는 공간 등을 먼저 조사한 다음 각 부서별 상호관련도 뿐만 아니라 요소기술 사이의 상호관련도도 함께 조사한다. 이를 기초로 eigenvector와 cut tree를 이용한 방법을 적용하고 얻어진 결과를 분석하여 시뮬레이터 설비배치를 수행한다.

2.1. 기초자료 수집

감성측정평가 시뮬레이터는 3차원 시청각, 음향 및 진동, 후각 및 미각, 색 및 조명, 열 및 공기, 촉감 및 질감, 공간감 등의 각 요소기술들이 하나의 공간에 설치된 통합된 실험공간, 이를 지원하는 여러 가지 기계장비들과 부대시설로 구성되어진다. 각 요소기술들을 종합적으로 제시하고 인간의 감성을 정밀하게 측정할 수 있는 시뮬레이터의 통합된 설비배치를 위해서는 각 요소기술에 필요한 소요공간 뿐만 아니라, 요소기술의 통합시에 발생하는 요소기술간의 유기적 인터페이스에 대한 체계적인 고려가 필요하다. 그러므로 각 요소기술에 대한 사전조사를 통해 필요공간 및 사용장비, 그리고 각 요소기술의 실현에 필요한 요구사항 등을 조사한 것이 표 1에 나타나 있다.

표 1. 각 요소기술별 소요면적 및 위치

요소기술	장비	소요면적	위치
시청각	기술구현	10m×6m=60㎡	시뮬레이터 내부 room
	컴퓨터	2m×2m=4㎡	control room
	컴퓨터	5m×4m=20㎡	전산제어시스템 room
음향진동	가진장치	4m×4m=16㎡	시뮬레이터 내부 room
	유압공급장치	3m×3m=9㎡	시뮬레이터 외부 room
	가진기제어장치	0.76m×0.48m×7=2.6㎡	control room
	유압actuator	3.5m×3.6m=10.9㎡	시뮬레이터 내부 room
색조명	색채	1m×1m=1㎡	시뮬레이터 내부 room
	분석기	0.5m×0.5m=0.25㎡	시뮬레이터 내부 room
열환경	test챔버	2.5m×2.5m=6.25㎡	시뮬레이터 내부 room
	fan coil	0.22m×1.78m=1.9㎡	시뮬레이터 내부 room
	duct챔버	3m×0.42m=2.4㎡	시뮬레이터 내부 room
	에어컨디션닝room	5m×15m=75㎡	시뮬레이터 외부 room
공간감/개방감	cave	11m×11m=121㎡	cave (높이 4m)
	컴퓨터	1m×2m×3=6㎡	전산제어시스템 room
후각	generator	1m×1m=1㎡	시뮬레이터 내 · 외부
	control	0.5m×0.25m=0.2㎡	시뮬레이터 내 · 외부
	분석장비	2m×1m=2㎡	시뮬레이터 내 · 외부
운동감	제어기	0.3m×0.3m=0.09㎡	시뮬레이터 내부
	구동기	0.55m×0.55m=0.3㎡	시뮬레이터 내부
	power supply	0.5m×0.5m=0.25㎡	시뮬레이터 내부
촉감/질감	에뮬레이터	0.5m×0.5m=0.25㎡	시뮬레이터 내부
	표면제시기	1m×1m=1㎡	control room
인체동작측정	기술구현	10m×8m=80㎡	시뮬레이터 내부 room
	손동작	1.8m×0.6m=1.1㎡	시뮬레이터 내 · 외부 room
	눈동작	1m×1m=1㎡	시뮬레이터 내 · 외부 room
	EMG,산소분석기	0.6m×0.32m=0.36㎡	시뮬레이터 내 · 외부 room
종합생리신호	CCD카메라	1m×3m=3	시뮬레이터 내부 room
	telemetry시스템	2m×2m=4	control room
	실험 재료 보관	5평	
	생리신호 계측	10평	

이들 요소기술 상호간의 관련성을 조사하기 위하여 각 요소기술별 연구책임자들과 함께 토의하고 조사하여 상호 관련도를 (표 2) 얻었으며 실제로 감성측정평가 시뮬레이터에 공간을 차지하고 위치할 부서들에 대한 상호 관련도는 (표 3) 부서를 총괄하여 관리할 관리책임자와 각 부서에서 근무할 대상자와 함께 조사하였다. 이와 같은 부서별 상호 관련도는 eigenvector와 cut tree를 이용한 설비배치 방법의 입력자료가 된다. 또한 각 부서별로 필요한 면적을 산출하기 위하여 상주인원수, 사무용가구, 서류 (보관함, 케비넷, 책장 등), 기타 공간을 차지하는 부대시설에 (냉장고, 대형 프린터 등) 대한 실태조사를 실시한 후 부서별 관리책임자와 다시 확인한 후 각 부서별 필요면적을 산출하였다.

표 2. 요소기술에 대한 상호관련도

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		E	X	X	U	O	E	I	E	I
2	A		U	U	U	U	I	O	E	A
3	U	U		X	E	U	U	U	U	U
4	I	O	O		O	I	O	O	O	O
5	A	O	X	O		U	X	X	O	I
6	I	X	I	E	O		X	O	U	E
7	A	E	U	O	U	O		E	I	I
8	A	U	U	E	U	U	U		U	I
9	A	E	U	U	E	U	I	O		I
10	A	A	A	A	A	A	E	E	E	

1. 시청각 2. 음향진동 3. 색조명 4. 열환경 5. 공간 · 개방 6. 후각 7. 운동감 8. 촉각 · 질감 9. 인체동작 10. 생리신호

A : Absolutely important E : Especially important
I : Important O : Ordinatry U : Unimportant
X : Reluctant

2.2. 감성측정평가 시뮬레이터의 설비배치 분석

본 연구에서는 감성측정평가 시뮬레이터의 설비배치를 위하여 두 가지의 접근방법이 사용되었다. 첫째는 eigenvector를 이용한 방법이며 둘째는 cut tree를 이용한 방법인데 설비배치분야에서 널리 사용되고 있는 방법들이다. 많은 방법들 중에서 특히 이 두 가지 방법이 선택된 이유는 이 두 방법은 필요한 설비의 면적, 가용한 건물의 면적에 해당하는 입력정보가 없을 때에도 설비상호간의 관련을 이용하여 초기 설비배치를 위한 여러 가지 정보를 제공할 수 있을 뿐 아니라 실시설계를 수행할 경우에도 많은 도움을 줄 수 있기 때문이다. 또한 하나의 방법으로만 분석할 경우 입력자료가 특이한 경우에는 여러 가지의 분석이 가능하므로 두 개의 방법에 대한 결과를 서로 비교하면 공통의 특성을 찾을 수 있고 이를 기초로 하여 설비배치를 하는 것이 타당도를 높일 수 있다. 이들 두 가지 방법을 간략하게 소개하면 다음과 같다.

2.2.1. Eigenvector를 이용한 방법

이 방법은 Drezner가 (1987) 발표한 방법으로서 각 설비사이의 거리에 물류비용을 곱한 목적함수가 최소가 되는 설비의 배치를 구하는 것이다. 먼저 설비가 차지하는 면적이 없을 경우를 가정하여 설비가 위치할 최적의 장소를 plotting하는 것이므로 하나의 점이 하나의 설비 위치를 나타내는 해로서 표현된다. 그러므로, 만일 제약조건이 없으면 이 문제는 모든 설비가 같은 위치에 있는 것이 (설비가 차지하는 면적이 없기 때문에) 각 설비간의 이동거리가 없으므로 최적의 해가된다. 이와 같이 비현실적인 해가 구해지는 것을 방지하기 위하여 제약조건으로 얻어진 해는 각 설비들 사이의 이동거리의 합이 임의의 양의 정수가 (Drezner는 1로 정의하였다) 되어야 한다는 조건을 첨가하였

표 3. 부서별 상호관련도

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
11	\	A	E	E	E	O	O	O	I	U	X	I
12	A	\	E	E	E	O	U	X	X	X	X	X
13	E	E	\	E	O	U	I	I	I	O	X	I
14	E	E	E	\	O	U	I	I	I	O	U	I
15	E	E	O	O	\	O	I	I	O	O	O	I
16	O	O	U	U	O	\	O	O	I	O	U	O
17	O	U	I	I	I	O	\	O	I	O	O	O
18	O	X	I	I	I	O	O	\	I	O	O	O
19	I	X	I	I	O	I	I	I	\	I	O	U
20	U	X	O	O	O	O	O	O	I	\	U	I
21	X	X	X	U	O	U	O	O	U	U	\	U
22	I	X	I	I	I	O	O	O	O	I	U	\

11. simulator 내부룸 12. simulator 외부공간
13. control room 14. 전산제어 시스템 룸
15. 피실험자 준비실 16. 회의실 17. 사용성 평가 실험실
18. cave 19. 자료 분석실 20. 상주인원 사무실
21. 참고 22. 예비실험실

A : Absolutely important E : Especially important
I : Important O : Ordinatry U : Unimportant
X : Reluctant

다.

이와 같이 정의 된 문제를 해결하기 위하여 이동거리를 Euclidean거리의 제곱으로 정의한 후 이를 x좌표와 y좌표로만 구성된 두 개의 함수로 분리시킨 후 이를 각각 해결하는 방법을 제시하였다. 각 설비들 사이의 비용은 행렬로 표현할 수 있으며 이 행렬을 변환시켜 원래의 (original) 문제와 동일한 (equivalent) 새로운 문제로 전환한 후 이를 해결하였다. 여기서 구한 최적의 해는 (위치가) 하나의 선으로 나타난다. 그러나 우리가 구하고자하는 것은 평면상에서의 위치이므로 변환된 행렬과 관련된 eigenvector 두 개를 eigenvalue의 값을 기준으로 구하면 이것이 원하는 설비의 x, y좌표가 되는 것이다. 이 정보를 기초로 하여 설비에 대한 필요한 면적이 주어졌을 경우에 최종의 배치안을 결정한다.

2.2.2. Cut tree를 이용한 방법

이 방법은 Montreuil과 Ratliff가 (1989) 발표한 방법으로서 각 설비들 사이의 비용이 주어졌을 때 이를 네트워크로 전환시켜 문제를 해결하는 방법이다. 네트워크에서 node는 설비를 나타내며 arc와 arc위의 값은 설비상호간의 관계 및 비용을 표시한다. 이와 같이 네트워크가 구성되어지면 이를 분석하기 위하여 Gomory와 Hu의 (1961) 방법을 이용하여 원래의 네트워크를 분석하기 편리한 cut tree의 형태로 만든다. 그 이유는 다음과 같다. 첫째, tree는 가장 단순한 그래프이며 조작하고 이해하기 편리하다. 둘째, 설비 배치자에게 다양한 설비배치를 할 수 있는 유연성을 제공할 수 있다. 셋째, 각 node와 node사이에는 하나의 path만이 존재하므로 물자의 흐름을 통제하기 쉽고 따라서 복도의 면적을 최소화할 수 있는 정보를 제공한다.

Cut tree를 분석하여 얻어진 정보를 설비배치에 이용하기 위해서는 다음과 같은 성질을 이용한다. 첫째, 설비를 두 그룹으로 나누어 집중 배치할 경우 cut tree는 최적의 그룹할당을 제공한다. 둘째, cut tree에서 하나의 설비에서 다른 설비로 이동할 때 필요한 arc의 개수와 cut의 값은 (cut tree의 arc에 있음) 최대 물류흐름을 나타낸다. 따라서 cut의 값이 큰 경우에는 가능한 두 설비를 가까이 배치하며 cut tree에서 서로 인접한 (두 node를 연결하는 arc의 개수가 작은 경우) 경우에도 가능한 설비들을 가까이 배치하여 이동거리를 줄이는 배치안을 개발한다.

2.2.3. 입력자료 변환

상호 관련도는 정성적인 자료로 표현되어져 있기 때문에 이를 정량적 자료로 변환시키는데는 여러 가지 방법들이 있다. 그 중에서 대칭행렬 (symmetric matrix)을 유지할 수 있도록 서로 대응되는 부서들에 대한 상호 관련도를 서로 합하여서 (예를 들면 부서 i와 부서 j의 관계를 부서 j

와 부서 i와의 관계와 동등하도록 한다) 변환하였으며 네트워크를 분석할 때 연결성을 (connectivity) 유지할 수 있도록 각 부서들이 서로 연결 가능한 그래프를 가질 수 있도록 하였다. 또한 출력된 자료를 쉽게 분석하기 위하여 입력자료에 민감하게 (예를 들면 A에는 상대적으로 큰 값을 주어 변환시킨다) 반응할 수 있도록 하였다.

2.2.4. 분석 결과

이와 같은 절차를 통하여 얻은 결과는 그림 1에서 그림 4까지 나타나 있다. 그림 1과 그림 2는 각 요소 기술에 대한 eigenvector와 cut tree방법에 의한 결과이다. 이를 살펴보면 이 두 가지 방법에 의한 결과가 매우 유사함을 보이고 있다. 시청각 기술과 생리신호 측정기술이 중심이 되어 다른 요소기술들을 결합하고 있으나 (그림 2) 색조명기술, 열환경 기술 그리고 후각 기술은 상대적으로 관련도가 적음을 볼 수 있다 (그림 1). 이는 이들 기술들이 감성측정평가 시뮬레이터에서 다른 기술들을 보조하는 역할을 수행하기 때문인 것으로 사료된다. 특히, 시청각 기술은 거의 모든 요소기술들과 함께 모의환경을 제시하는 특성으로 인하여 중추적인 위치를 차지하고 있다. 또한, 측정

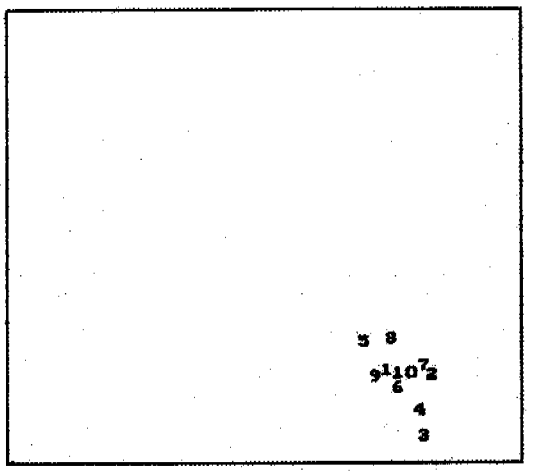

그림 1. 각 요소기술에 대한 eigenvector 방법의 결과

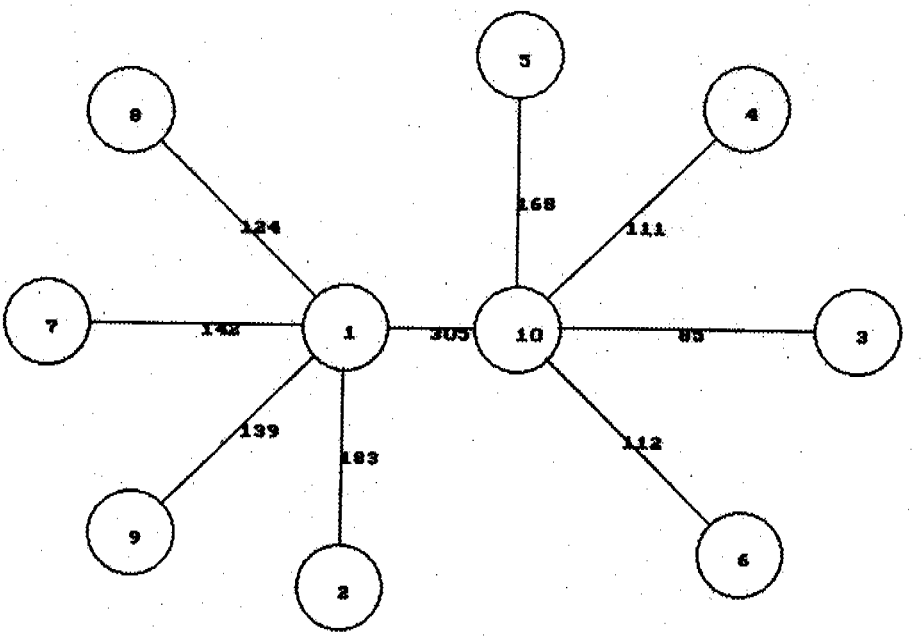

그림 2. 각 요소기술에 대한 cut tree방법의 결과

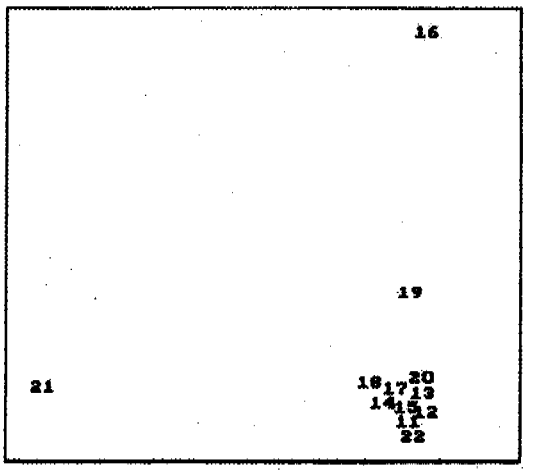

그림 3. 각 부서에 대한 eigenvector방법의 결과

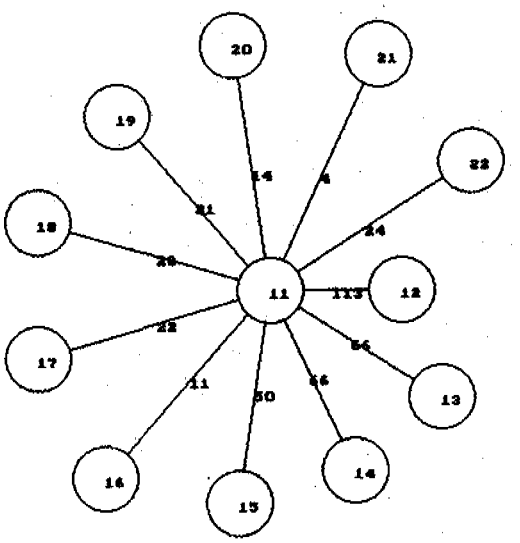

그림 4. 각 부서에 대한 cut tree방법의 결과

기술은 인간의 감성을 측정하기 때문에 모든 요소기술이 제시한 모의환경에 대한 인간의 감성을 데이터로 수집하여야 하며 이는 다른 요소기술과의 관련도가 크다는 것을 의미한다.

그림 3과 그림 4는 감성측정평가 시뮬레이터에 위치하는 각 부서에 대한 eigenvector와 cut tree방법에 의한 결과이다. 이를 살펴보면 회의실과 창고는 다른 부서들과 거의 관련이 없다. 이는 다른 부서들은 모의환경을 제시하거나 이를 지원하는 장비 및 인력과 관련이 있으나 이들 두 부서는 모의환경제시와는 수행하는 업무가 다른 성격을 지니고 있기 때문이다. 또한 시뮬레이터 내부와 시뮬레이터 외부공간은 대부분의 다른 부서와 밀접한 관계를 이루고 있는데 이는 시뮬레이터 내부에는 감성 측정 평가가 이루어지는 장비와 측정이 수행되어지는 장소이며 시뮬레이터 외부공간에는 측정장비를 지원하는 공조시설, 냉난방 시설, 조명시설, 온도와 습도 조절을 위한 기계장비들이 배치되기 때문이다.

3. 개발된 설비 배치안

그림 5, 그림 6, 그림 7은 각 요소기술에 대한 사전조사와 상호 연관성 분석, 그리고 시뮬레이터의 성능 확인 및 타당성 평가를 통해 도출된 감성측정평가 시뮬레이터의 공학 설계안을 보여주고 있다. 이 설계안은 각 요소기술의 구현에 필요한 공간, 시뮬레이터의 내.외부 공간, 데이터 분석실, 통합 제어실, 사용성 평가실, 기타 부대시설 등을 모두 포함하고 있다. 소음이 많이 발생하는 기계실과 전기실은 지하에 배치하였으며 요소기술을 실현하고 평가할 수 있는 시설은 지상에 배치되었다. 시뮬레이터 내부와 시뮬레이터 외부공간은 대부분의 부서와 밀접한 관련이 있으므로 높은 공간을 요구하는 cave와 함께 가운데 부분에 위치 하였으며 회의실은 다른 부서와의 관련이 적어 구석에 배치 하였다. 특히 감성측정평가를 위한 실험공간과 실험을 수행하는 연구원들의 연구공간 및 일반인인 피실험자를 위한 배려가 이루어졌으며, 개발될 감성측정 평가 시뮬레이터의 이용자들의 (연구원, 피실험자, 관람객 등) 공간이용 행태파악을 통해 동선의 수평적인 측면과 수직적인 측면을 함께 고려하였다. 설비 배치안을 개발시 주요하게 고려 되었던 사항은 공간 및 동선의 위계 설정, 이

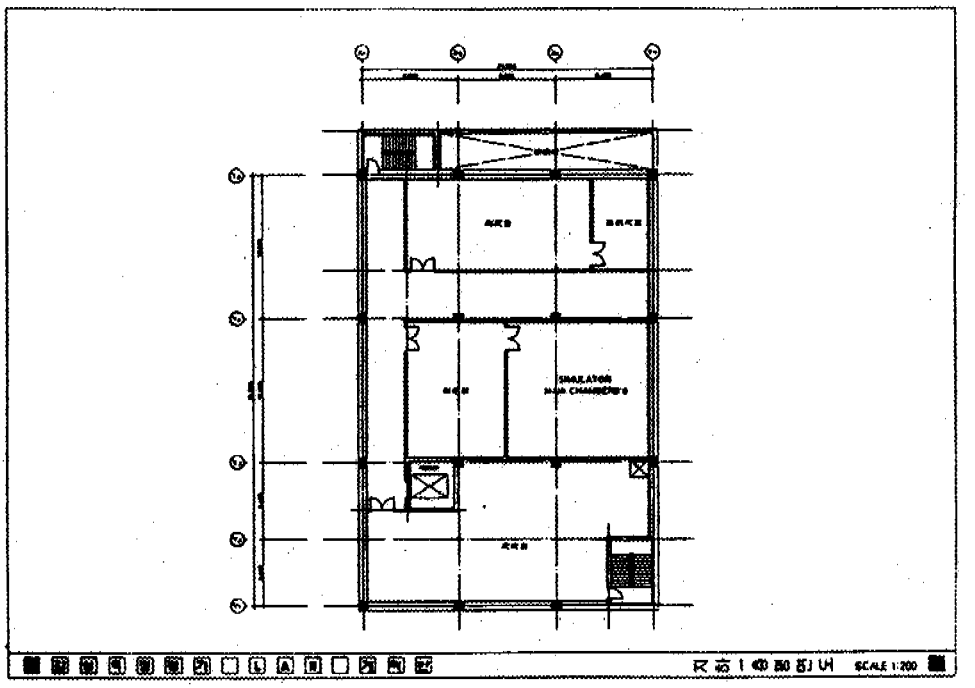

그림 5. 지하 1층 평면도

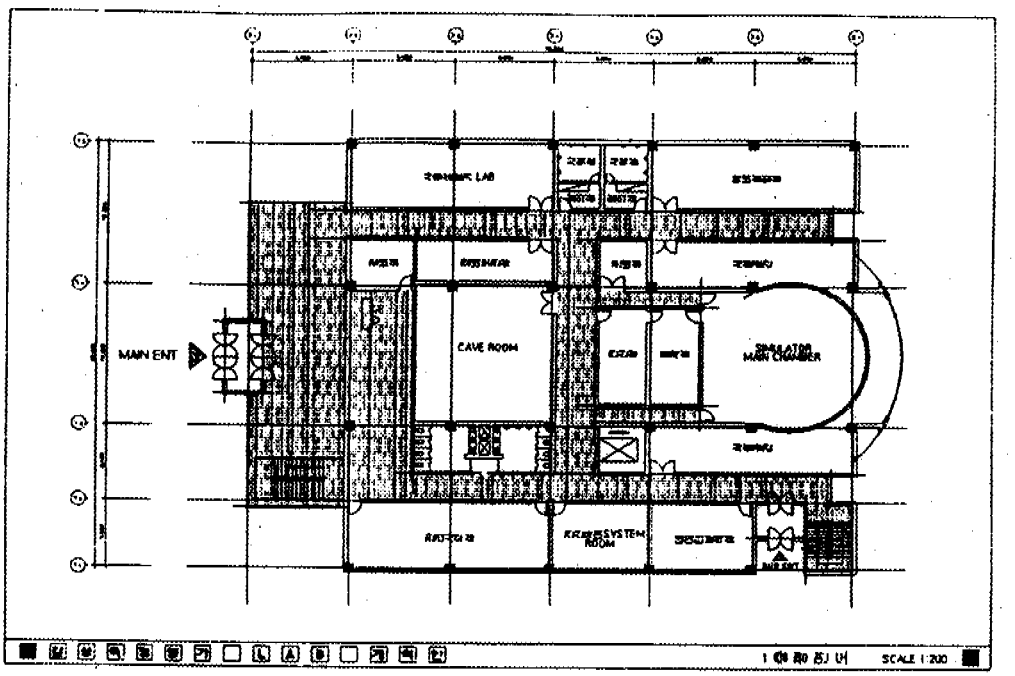

그림 6. 지상 1층 평면도

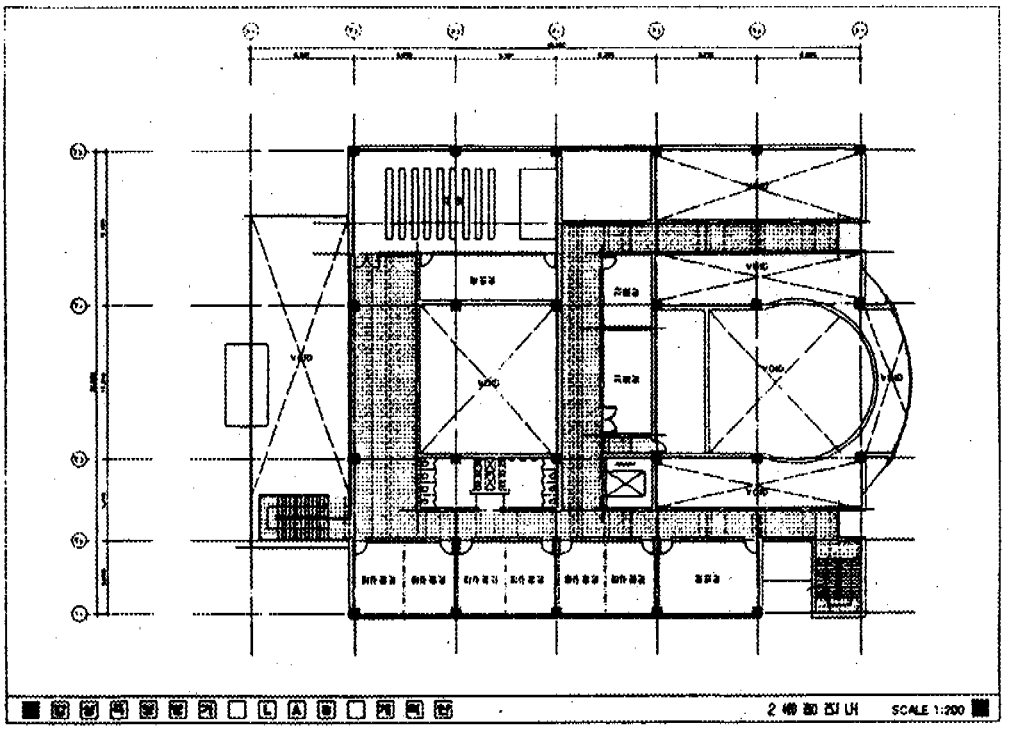

그림 7. 지상 2층 평면도

용형태에 따른 공간설정, 연구환경의 조성, 에너지 절약, 공간의 독자적 특성과 기능부여 등이다 (박 세진, 1998).

3.1. 수직적 배치

지하 1층은 (그림 5) 가장 소음이 많이 발생하며 이용자가 극히 제한적이므로 전기실, 발전기실, 공조실, 기계실 등이 배치되었으며, 지상 1층은 (그림 6) 상당히 공공성이 있는 영역이므로 실험에 관계된 제반시설 뿐만 아니라 일반 방문이나 관람객의 동선을 모두 1층에서 수용할 수 있도록 설계하였다. 따라서 LOBBY, CAVE, 시뮬레이터의 내.외부 공간, 데이터 분석실, 전산 시스템 관련 통합 제어실, 사용성 평가실, 관리 사무실 등이 배치되어져 있다. 지상 2층은 연구실과 이를 이용하는 연구원들의 공간이므로 상호 의견수렴과 연구활동 교류를 위한 장소를 고려하였으며 방문객이나 관람객의 동선이 이 곳을 지나지 못하도록 차단하였고 소음으로부터 격리하였다.

3.2. 영역별 배치

평면계획에 있어서 각 공간별로 감성측정평가 실험시 사용자들의 점유 패턴과 사용빈도별로 3개의 영역으로 (제 1 영역: 실험시 사용 빈도 낮음, 제 2 영역: 실험시 사용 빈도 높음, 제 3 영역: 실험시 사용 빈도 약간 높음) 구분하였다.

(1) 제 1 영역 : 방문 · 관람객, 피실험자, 관리인, 연구원 동선의 흐름이 모두 이루어지는 영역으로 가장 빈도수가 낮은 동선인 방문 · 관람객의 흐름은 이 영역에서 통제되어진다. 차지하는 공간

으로는 방풍실. lobby. 경비실, 관리사무실 등이 있다.

(2) 제 2 영역 : 피실험자와 연구원의 영역으로 제 1 영역으로부터 독립성을 확보하였으며 필요에 따라 관람객 동선의 흐름이 가능하도록 하였다. 차지하는 공간으로는 사용성 평가 실험실, 예비실험실, cave, simulator main chamber 등이 있다.

(3) 제 3 영역 : 연구원의 영역으로 지상 2층의 영역까지 확장되어진다. 차지하는 공간으로는 데이터 분석실, 전산실, 통제실, 시설공간, 장비 보관실, 전산 system room, 연구원실, 회의실, 강당 등이 있다.

이러한 영역설정을 통하여 주출입구를 시작으로 해서 제 1 영역, 제 2 영역, 제 3 영역으로 이어지는 점진적인 공간 위계 (hierachy)가 이루어지도록 계획되어졌다. 핵심적인 형식은 주출입구와 부출입구를 양측에 분리시켜 배치함으로써 서비스 동선의 분리, 주간·야간 시간대별 사용에 대한 배려로 인해 에너지의 효율적 관리는 물론 공간 통제 또한 효율적으로 이루어 질 수 있도록 하였다.

3.3. 단면 계획

전체적인 평면의 설비 배치는 실험실을 중앙에 배치하고, 이 양쪽에 복도를 두어 이를 매개로 각각의 날개 (wing)를 배치하는 형태를 취하였다 (그림 1 - 그림 4 참조). 중앙의 실험실 부분에는 simulator main chamber와 cave를 배치하고 설비에 대한 공간적 확보를 위해 2층 높이로 (double height) 설계하였다 (표 1 참조). 따라서, simulator main chamber 주위에 충분한 시설공간을 줌으로써 공간 이용상의 효율성을 도모하였다. 이로 인하여 양측 날개에 관리사무실, 연구실 등을 배치함으로써 자연광과 자연환기를 최대한 이용할 수 있도록 하여 쾌적한 공간을 제공할 수 있도록 계획하였다.

건축학적인 측면에 있어서는 주출입구에서 연결된 lobby는 2층 높이로 계획함으로 인해 시각적인 개방감을 주도록 하였고, 재료 또한 유리를 사용함으로써 아트리움과 부착온실효과를 가져오도록 하여 건축적, 환경적으로 유용한 디자인 요소로써 작용하도록 계획되었다. 자연광의 최대한 이용으로 열전도나 복사에 의한 열부하 제거효과가 있으며, 아트리움을 완충적인 공간으로 이용하여 열손실을 줄일 수 있다. 아트리움효과를 통해 자연광의 최대한 유입을 유도하고 있다. 자연적인 요소를 도입함으로써 쾌적한 공간을 제공할 수 있을 것이다. 내외공간이 상호관입되고 풍요로운 내부를 갖는 반외부적인 내부공간으로써 외부와 내부공간의 완충지대로써 작용할 것이다. 이 공간은 디자인적으로는 물론 공간 환경의 질적인 면의 향상이라는 측면에서 또한 많은 가능성을 내포하고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 인간의 감성을 측정하고 평가하는 감성측정평가 시뮬레이터의 설비 배치를 위한 두 가지 방법을 (eigenvector, cut tree) 제시하고 이 방법을 이용하여 개발된 배치안을 제시하였다. 감성측정평가 시뮬레이터의 설비 배치는 실험의 수행을 지원하는 장비, 감성측정 실험실, 감성평가 실험실, 실험 통제실 등이 유기적으로 결합되어져야 하기 때문에 일반적인 건물의 설비 배치와는 다른 요소가 많다. 따라서 정성적인 입력자료를 정량적인 입력자료로 변환시킨 후 입력자료를 분석하여 설비 배치의 기본적인 정보를 제공하는 방법이 사용되어 졌으며, 제시된 설비 배치안을 수직적인 면과 수평적인 면으로 나누어 타당성

을 기술하였다. 기존의 부서별 상호관련도와 함께 요소기술에 대한 상호 관련도도 조사하여 이를 분석하여 시뮬레이터 본연의 목적에 적합하도록 공간을 배치하였다. 또한, 평면 계획시 시뮬레이터의 공간을 3개의 영역으로 나누어 공간의 독립성을 유지함과 동시에 실험과 연구의 수행이 방해를 받지 않도록 배려하였다. 이와 같은 영역의 분할과 실험의 관계성은 eigenvector와 cut tree를 이용한 방법을 통한 연구결과를 기초로 이루어 졌다. 본 연구에서 제시된 설비 배치에 대한 방법은 향 후 실험을 수행하는 기관의 설계 시 유용한 기본 자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] 김 철중, "감성공학 기술개발 동향", 전자공학회지, 24(11), 19-24, 1997.

[2] 박 세진, 감성측정평가 시뮬레이터 설계기술 개발, KRISS-98-091-IR, 1998.

[3] 박 세진, 김 철중, 이 정우, 김 진선, "감성측정평가 시뮬레이터 설계기술 개발 및 활용방안", 대한인간공학회지, 17(1), 79-89, 1998.

[4] Drezner, Zvi, "A heuristic procedure for the layout of a large number of facilities", Management Science, 33(7), 907-915, 1987.

[5] Gomory, R.E. and Hu, T.C., "Multi-terminal network flows", Journal of SIAM, 9(4), 551-570, 1961.

[6] Hassan, M.M. and Hogg, G.L., "A review of graph application to the facilities layout problem", OMEGA. International Journal of Management Science, 15, 291-300, 1987.

[7] Heragu, S.S. and Kusiak, A., "Machine layout: An optimization and knowledge-based approach", International Journal of Production Research, 28, 615-635, 1990.

[8] Kim, Chae-Bogk, Foote, B.L., and Pulat, P.S., "Cut-tree construction for facility layout", Computers and Industrial Engineering, 28(4), 721-730, 1995.

[9] Malakooti, B. and Tsurushima, A., "An expert system using priorities for solving multi-criteria facility layout problems", International Journal of Production Research, 27, 793-808, 1989.

[10] Montreuil, Benoit and Ratliff, H.D. "Utilizing cut trees as design skeletons for facility layout", IIE Transactions, 21(2), 136-143, 1989.

[11] Nozari, Ardavan and Enscore, E.E. "Computerized facility layout with graph theory", Computers & Industrial Engineering, 5(3), 183-193, 1981.

[12] Raoot, A.D. and Rakshit, A. "A fuzzy approach to facilities layout planning", International Journal of Production Research, 29(4), 835-857, 1991.