

지력측정을 이용한 작업 적합성 평가 시스템개발

- A Development of Working Adaptation Evaluation System using
Finger Force Measurement -

변 미경

Byeon M.K.

허 응

Hur Woong

한 상휘

Han S.C.

김정국

Kim J.K.

ABSTRACT

In this paper, we developed a working adaptation evaluation system using finger force measurement which interact between material and biological system. The system consists of a finger force transducer, a signal conditioner, an A/D converter, a computer, and a software system for data processing. The finger force transducer is made by a load cell and a special mechanism. The data processing software controls the A/D converter, data monitoring, and data analysis for group classification. The developed system were tested by 4 different materials in left hand and the finger force transducer in the other hand's thumb and index finger with 16 persons.

As the results of experiments, the developed system could measure the finger force quantitatively and classify the measured values into four groups.

序 論

산업체에서 작업의 형식과 종류는 매우 다양하여 그 작업에 가장 적합한 작업자를 선택하는 일은 매우 어려운 과제이다. 특히 위험성이 따르는 작업은 위험에 대한 교육과 안전수칙 등을 숙지하게 하고 항상 주의를 환기시키기도 하나 종종 불의의 작업사고로 산재를 불러온다. 임의의 사물이 개별 생체에 미치는 影響과 適合성을 정확히 사전에 알 수 있다면 개개인의 攝生, 작업종류 및 작업관리에 많은 도움을 받을 수 있다. 이러한 방법의 근간은 한의학 분야에서 많은 연구자들은 體質의 分類등에 이러한 방법론을 적용하고 있다[1-6]. 그러나, 이들 연구들은 정량적인 값을 사용하지 못하고 主觀性이 介在될 수 있어 科學的이지 못한 점이 있다.

본 연구에서는 이러한 適合性 判斷을 客觀的이고 計量化할 수 있는 시스템을 開發하고자 한다. 개발되는 시스템은 특정 사물이나 작업환경을 제시하고 그때의 피검자의 指力을 測定하고 測定된 값으로부터 적합성을 판단하는 알고리즘을 具備한 시스템이다. 지력의 측정에는 로드 셀, 增幅시스템, 아날로그-디지털 變換機 및 컴퓨터로 構成된다. 적합성의 判斷 알고리즘은 既存의 判別 方法論인 4가지 事物을 使用하여 判斷하는 알고리즘을 適用하여 構成하였다.

事物과 人體와의 關係

일반적으로 事物과 人體와의 적합성을 檢討할 때 한 손에 物質을 位置시키고 다른 손의 손가락에 힘을 주게 하여 주어지는 힘의 強度와 여러 가지 제시물질과의 적절한 關係를 사용하여 適合性を 檢討한다.

그림 1은 이러한 關係를 體系化하여 圖式化 한 것이다. 그림에서 손은 物質을 生體에 適合한 에너지로 變換하는 부분이고 生體시스템은 人體 및 다른 生物體에 該當하며 入力된 에너지를 받아드리고 이를 活用하는 部分이다

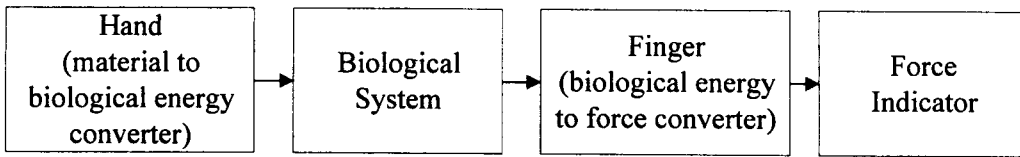


그림 1 물질과 인체와의 관계도

손가락은 생체 시스템에 適用된 에너지가 出力되는 結果를 나타내는 效果器에 해당한다. 생체에 인가된 에너지의 적합성에 따라서 효과기에 출력되는 최대에너지의 量이 나타나게되고 그 값을 힘 指示計로 指示하게한다. 위의 시스템에서 손은 传感器에 해당하고 生體시스템은 反應系統, 손가락은 엑추에이터에 해당하는 하나의 시스템이 된다.

손에 제시할 物質은 4물을 대표하는 오이(object1), 당근(object2), 감자(object3), 무(object4)이다. 이들 物質은 體質 鑑別에 사용하는 대표적인 物質이지만 본 연구에서는 體質과 관련된 의미는 부여하지 않고 다만 이 物質이 생체에 미치는 영향만을 사용한다. 이들 物質들을 생체에 제시 할 때 생체에 어떠한 方式으로든 影響이 있다는 가설 하에서 그 미치는 영향이 陽으로 영향을 미치면 +, 陰으로 영향을 미치면 -로 表示한다. 여기서 양과 음의 의미는 그 영향이 생체의 기능에 도움을 주면 양, 반대로 害를 주면 음으로 표시한 것이며 ++는 도움을 주는 영향이 매우 크다는 것이고 --는 害를 주는 영향이 매우 크다는 표시이다.

위와 같은 의미를 사용하여 4가지 物質을 생체에 제시하여 그 영향을 조사하여 分類하면 4가지 형태의 그룹으로 분류할 수 있다. 이들 분류를 表로 표시하면 표 1과 같다. 표에서 0은 基準값을 意味한다.

표 1. 제시물에 대한 그룹별 적합성 여부

(0: 기준, +:증가, -:감소)

검출영역 \ 그룹	Group I	Group II	Group III	Group IV
0. Control	0	0	0	0
1. Object 1	+	+	+	--
2. Object 2	-	-	++	-
3. Object 3	+	--	+	+
4. Object 4	--	+	+	+

시스템 구성

앞에서 설명한 바와 같이 생체가 물질로부터 영향을 받으면 생체에서出力할 수 있는 에너지의 량도 영향을 받게 된다. 따라서 이 출력 량은 생체에서 여러 가지 形態로 얻을 수 있으나 본 연구에서는 검지와 인지간에 인가되는 힘을 출력으로 사용하고 이를 測定할 裝置를 개발하였다. 지력의 측정에는 로드셀과 지력측정에 適合한 構造의 器具를 설계하여 사용한다.

위의 측정 개념을 잘 實現하기 위하여 그림 2와 같은 구성의 시스템을 구현하였다. 그림에서 로드셀 부분은 지력을 측정하는 센서부분이고 그 출력은 信號 調節部에서 적합한 信號處理를 하여 指力에 해당하는 아날로그 신호를 만들어 낸다. 이 값은 아날로그-디지털 變換機에서 디지털 값으로 변환하여 컴퓨터로 전송한다. 데이터는 소프트웨어 부에서는 입력된 데이터로부터 여러 가지 알고리즘을 적용하여 적절한 그룹을 선정하여 출력하는 일을 한다.

구현된 指力變動 檢出 시스템은 크게 하드웨어 부와 소프트웨어 부로 構成하였다.

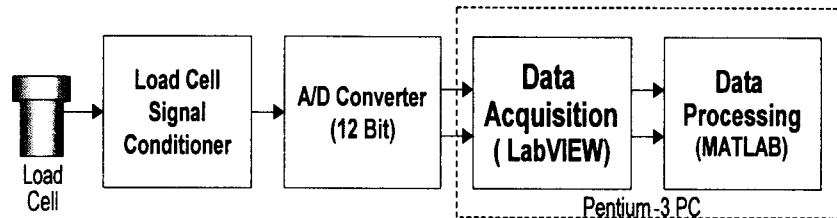


그림 2. 지력변동 검출 시스템 구성도

1. 하드웨어 구성

하드웨어 부는 지력변환기, 신호처리기, A/D 변환기 및 컴퓨터로 구성된다. 사용한 指力 檢出 變換機는 지력의 최대 값이 20kgf 미만이므로 최대 100[kgf]의 측정 범위를 가지는 壓軸形(compression type)의 로드셀을 사용하였다. 지력변환기는 로드셀과 지력인가 장치로 구성된다. 지력의 검출은 피검자의 엄지와 인지로 지력 검출 변환기를 잡아 누르면 인가된 지력이 로드셀의 應力 게이지(strain gauge)의 저항변화를 야기 시키고 이 저항변화를 브리지 회로를 사용하여 전압 신호로 變換된다. 또한 변환기의 기구는 피검자가 로드셀을 잡는 便宜性を 考慮하여 지름18.5[mm], 높이18[mm]의 圓筒形 構造로 製作하였다.

2. 소프트웨어 구성

소프트웨어부는 윈도우98 기반에서 시스템을 構成하였으며 제시물에 따라 지력 변동을 검출하여 實時間으로 表示하는 데이터 收集部와 수집된 데이터를 處理하고 分析하는 處理部로 구성하였다.

데이터 수집부는 12 Bit A/D변환 장치인 데이터수집장치(PC-LPM-16/PNP)를 驅動하는 機能과 設定한 제시물과 시간에 따라 피검자의 지력신호를 감시하고 表示하여 貯藏하는 기능을 修行한다. 또한 取得된 데이터로부터 일정 시간 區間에서의 最大값과 平均값을 계산하고 貯藏할 수 있도록 구성하였다.

분석부는 표 1에서 提示된 분류 기준에 따라 제시물에 따른 適合性を 評價하고 이를 통해서 4개 그룹으로 分類하는 기능을 수행한다. 그림 3는 이러한 分析部의 흐름도를 나타낸 것으로서 일정 시간 구간의 最大값과 平均값을 特徵값으로 취한다.

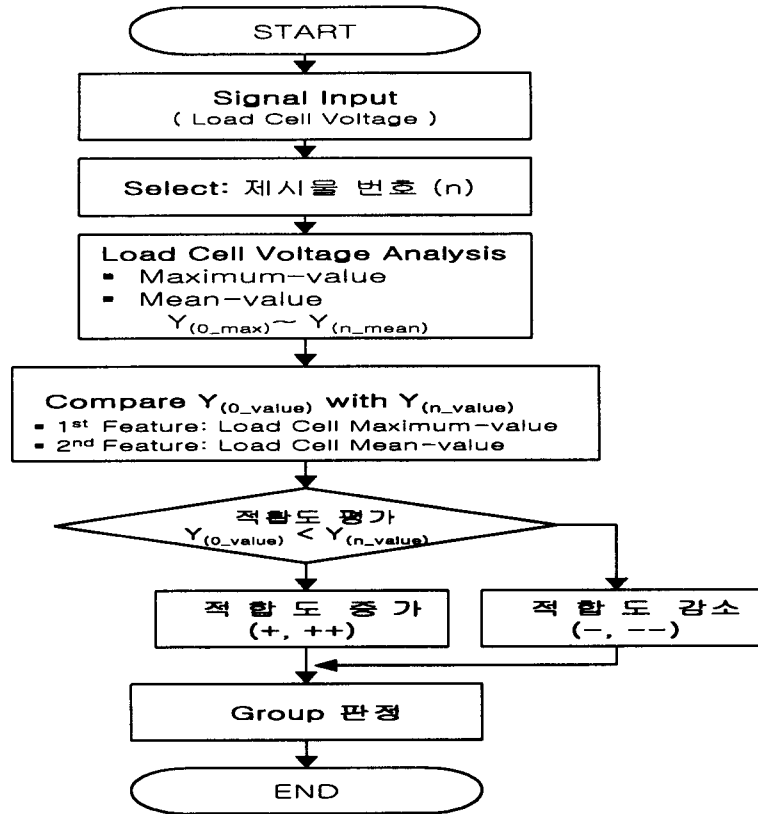


그림 3. 적합성 평가 및 그룹 분류 흐름도

실험 및 고찰

본 연구에서 구현한 시스템이 목적에 적합하는지를 평가하기 위하여 제시물에 대한 실험으로 총 16명의 건강한 20대 남성 13명, 여성 3명을 대상으로 실험을 진행하였다. 그중 2명의 피검자 데이터에 대하여 처리 및 분석한 결과를 제시하였다.

측정방법은 오른손에는 지력 검출 변환기를 엄지와 인지로 O-Ring 형태를 형성하여 잡고 왼손에는 손서 없이 無作為로 오이, 당근, 감자, 무 4종의 물질을 잡게 하고 일정 시간동안 週期的으로 변환기에 최대의 힘을 가하게 하여 그때의 지력을 電壓으로 측정하였다. 제시물이 없는 상태에서의 변환기 출력 신호의 최대값과 평균값을 基準(control)으로 설정하여 각 제시물에 따른 출력 신호의 최대값과 평균값에 비교하여 적합성을 평가하였다.

그림 4는 피검자가 변환기를 오른손의 제1지와 2지로 O-Ring 형태를 형성하여 잡고 지력을 검출하는 모습을 나타낸 것이다.

그림 5은 26세 男性 被檢者가 제시물이 없는 상태에서 변환기에 임의의 힘을 더해 힘의 크기를 1[V] 간격으로 강제적으로 증가시키면서 최대 4[V]까지의 출력 변화를 확인 한 것이다. 4V에서 약 14kgf 정도의 힘을 나타낸다. 이를 통해서 選定한 로드셀의 출력 특성이 지력 신호를 검출하기에 適合한 범위를 가진다는 것을 確認 할 수 있다.



그림 4. 변환기에 의한 지력 검출 모습

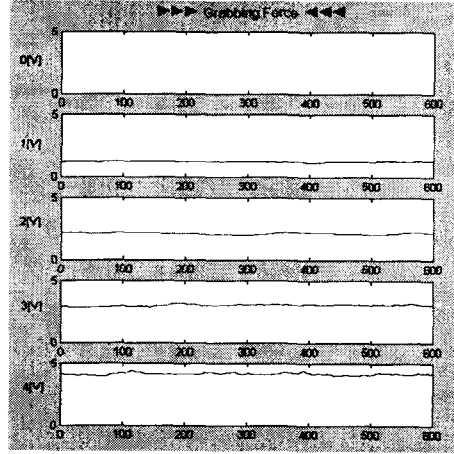


그림 5. 피검자의 강제적 힘에 의한 변환기 출력

그림 6은 피검자 1로 부터 제시물에 대한 지력 신호를 계측하여 모니터링 한 그림이고 표 2는 피검자 1의 데이터들을 표 1에 나타난 기준에 의하여 적합성과 그룹 분류의 결과를 나타낸 것이다.

그림 6의 피검자 경우는 control 항목에 비해 Object III, IV에서 적합성 여부결과가 증가(+)를 보이고 Object I, II에서 적합성의 감소(-)가 크게 나타나 Group IV로 평가됨을 알 수 있다.

그러나, 16개 실험자중 9개의 실험자는 4개 그룹에 포함 시킬 수 없었으며 9개중 2개의 경우(표 3의 C와 F)는 각 제시물에 대한 適合度가 모두 -로 나타나는 경우를 보였다.

이러한 傾向은 일반적으로 適用하는 4개군의 分類가 적합한가하는 문제와 4개군 분류에서 사용한 統計的 실험의 결과가 定常性(stationary)이 있느냐



그림 6. 변환기에 의한 지력 검출 모습

표 2. 피검자 1의 실험결과- 그룹 분류 IV

검증 항목 분석 값	Control	Object I	Object II	Object III	Object IV	Group 판정
	최 대 값	3.45	3.00	3.43	4.11	
적합성 여부	0			+	+	
평 균 값	3.39	2.76	3.13	3.84	3.42	IV
적합성 여부	0	--	-	+	+	

하는 문제가 남아 있다. 또한, 4개 제시물에 대한 적합도 判定 結果를 그룹화 하는 경우, 경우의 수가 기본적으로 16가지이어야 하나 4개로 壓縮하는 方法論的 檢討가 必要하다.

위의 實驗 結果는 지력의 定量化와 그룹 分離에 대한 결과로서는 만족한 값을 볼 수 있었다.

결 론

본 연구에서 開發한 指力變動 檢出을 이용한 작업 적합성 판별 시스템은 성인 남녀를 대상으로 한 4가지 제시물에 대한 실험을 통해서 지력의 變化의 確認과 定量化 및 구분화 할 수 있었다.

차후 작업형태와 환경을 4상 또는 8상 개념에 따라 분류하는 연구와 이를 바탕으로 하여 개발된 시스템을 적용하는 연구를 하면 작업종류와 환경의 적합성을 분류하는 方法을 客觀化 할 수 있는 컴퓨터화된 방법이라 사료된다

표 3. 피검자들의 실험결과- 그룹 분류불가형

피검자 제시물	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Object I	+	-	-	+	+	-	+	+	-
Object II	-	+	-	+	+	-	+	+	-
Object III	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Object IV	+	+	-	-	+	-	-	-	-

참 고 문 헌

1. 허만희 외 3명, 사상인의 형태학적 도시화에 관한 연구, 사상의학회지, vol 4, pp.107-148, 1992
2. 고병희 외 9명, 사상체질별 두면 부의 형태학적 특징, 사상의학회지, vol 8, pp.101-189, 1996.
3. 홍석철, 동의수세보원에 나타난 체질별 맥상과 맥진기에 의한 체질별 맥과의 비교, 대한맥진학회지, vol 1, pp.79-100, 1995.
4. 오무라 요시아키, O-링 테스트, 도서출판 글이랑, 1995.
5. 양기상, 김완희, 유형체질감별의 면역혈액학적 연구, 서울, 경희한의대 논문집, vol 6, pp33-45, 1983.
6. 조동욱 외 4명, 유전자 지문법을 이용한 사상체질의 유전적 분석연구, 사상의학회지, vol 8, pp. 151-164, 1996.
7. 이명복, 사상·팔상체질진단건강법, 서울, 국일미디어, pp.52-61, 1997.
8. 설영상, 사상체질 건강법, 태웅출판사, 1995.
9. 박지우, 사상체질 진단법, 행림출판, 1996.