

# S-PI 제어를 이용한 개선된 하이브리드 멀티전동부항시스템

김종찬<sup>†</sup>, 김치용<sup>\*\*</sup>

## Enhanced Hybrid Multi Electrical Cupping System using S-PI Controller

Jong-Chan Kim<sup>†</sup>, Kim CheeYong<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

In the paper, we suggest bettered EHMECS(Enhanced Hybrid Multi Electrical Cupping System) to regulate automatically vacuum pressure using many cupping cup at once. We controlled accurately the pressure using S-PI control technique in pump motor to input the air inside cupping cup. S-PI control compared constant velocity, load and velocity variance between existing PI and FLC(Fuzzy Logic Control). The stabilization time of suggested S-PI control improve 20% of existing PI and 8% of FLC. The error constant of normal condition improved 71% of existing PI and 62% of FLC in steady speed and 80% of existing PI and 67% of FLC in load change. Also the error constant about velocity variance improve 45% of PI control. It is prove the suggested S-PI control technique. When use long time vacuum pressure of cupping cup regulated the suggested S-PI control technique, can loosen knotted muscles.

**Key words:** Cupping System, Velocity Variance, S-PI Controller, Hybrid Multi Electrical

### 1. 서 론

u-헬스(Ubiquitous Health) 시장은 ICT(Information and Communication Technology) 의료와 관련된 대형 기업을 중심으로 성장하고 있지만 한방치료기술은 한의학에 대한 이해 부족으로 사업화가 미비한 실정이다. 인구의 고령화라는 수요 측면과 기술의 발전이라는 공급 측면의 요인들에 힘입어 대부분의 OECD(Organization for Economic Cooperation and Development) 국가들에서는 보건의료산업이 국가경제에서 차지하는 비중이 증가하고 있다. 한의약은 수천 년간의 임상에 기초한 우수성에도 불구하고 안전성, 유효성에 대한 의구심 때문에 지속적으로 제

고되고 있다. 이러한 한의학의 문제점을 개선하기 위해서는 표준화하여 세계화시키는 노력이 필요하다. 주요 선진국은 보완대체의학의 일환으로 기초 및 임상연구를 통한 안정성, 유효성에 대한 과학적 검증체계 구축에 힘을 쏟고 있다. 이러한 한의학의 문제점을 개선하기 위해서는 표준화 및 세계화 시키는 노력이 필요하다[1-4].

부항기는 고령화 친화제품 관련시장의 활성화되고 있어서 관련 산업이 급성장할 가능성이 있다. 부항요법과 관련한 기존 국내연구로는 부항요법의 역사적 고찰, 부항을 이용한 진단방법, 부항으로 인한 혈액성분 및 면역기능의 변화, 부항과 관련한 기공학적 연구가 진행되고 있다. 부항 요법의 효과는 첫째,

※ Corresponding Author: Kim CheeYong, Address: (614-714) 176 Eomwangro, Busan, Korea, TEL: +82-10-4584-4036, FAX: +82-51-890-2265, E-mail: kim-chee@deu.ac.kr  
Receipt date: Aug. 27, 2015, Approval date: Sep. 23, 2015

<sup>†</sup> Dept. of Computer Engineering, Suncheon National University  
(E-mail: seaghost@suncheon.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> College of ICT, Major of Visual Game Engineering, Dong-eui University

가스 교환에 의해 신진대사와 혈액 정화(淨化)가 활발해진다. 둘째, 혈액 순환과 조혈 작용이 증강된다. 셋째, 영양소가 각 세포로 보내지고, 노폐물이나 독소가 배설된다. 이 밖에도 체액의 산·염기의 평형, 면역 기능의 증진에도 좋은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 초기의 부항기는 부항컵에 불을 붙여 일순간에 부항컵을 환부에 얹어주어 부항컵 내의 산소를 소모시켜 부항컵 내부를 진공 상태로 만드는 방식이다. 이러한 시술 방법은 전문가가 아닌 일반 사용자가 시술하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기계식 펌프를 이용해 시술하는 부항기가 개발되었다. 기계식 부항기는 진공펌프를 손으로 여러번 잡아당기는 수동식 방법이다. 여러 개의 부항기를 동시에 사용할 때에 힘이 드는 것은 물론하고 탈착이 용이하지 않아서 시간이 많이 소요된다[5-8,15,16].

본 논문에서는 다수의 부항컵을 S-PI 제어 기법을 사용하여 진공압을 자동으로 조절할 수는 개선된 하이브리드 멀티전동부항시스템을 제안했다. 부항컵 내부의 공기를 입력하는 펌프모터에 S-PI 제어 기법을 이용하여 정확하게 압력을 제어했다. S-PI 제어기는 종래의 PI 및 FLC(Fuzzy Logic Control)와 일정속도, 부하 및 속도변화를 비교, 분석하여 그 결과를 통해 S-PI 제어기법의 타당성을 입증했다. 제안한 S-PI 제어기법으로 부항컵의 진공압을 조절하여 이를 장시간 사용 시 근육응결을 해소할 수 있다. 본 시스템은 한방 수요층이 많은 고령화 사회에 IT 콘텐츠 산업과 연계되어 사용자 편의성 증대 및 한방 치료의 효율성 향상이 기대된다.

## 2. 부항의 원리 및 효능

대부분의 한방치료기기가 첨단기술이나 고도의 의학적 원리를 기기의 핵심적 원리로 하지 않으므로 양방치료기에 비해서 시장 진입이 용이하다. 부항은 전신적인 조건 즉 체질을 개선하고, 질병예방과 건강증진에 도움을 주며 비생리적인 체액의 정화, 전신순환의 개선 및 신진대사의 증강 등으로 정기를 기르며 자연치유력을 증강시키는 목적으로 사용하며, 환자의 체질 및 나이에 따라 강도와 시간을 달리해야 한다[9-11,15,16].

부항이란 항아리를 몸에 불로 붙인다는 뜻으로 작은 항아리인 부항단지 내부에 진공을 시켜 피부표면에 흡착하여 존재하고 있는 어혈(瘀血)을 제거함으

로써 정혈(精血)된다. 부항의 원리는 경락(經絡)인 국소(局所)의 표면을 일정한 진공상태로 만들어 그 부분의 세포를 기존의 압력 세계로부터 탈출시킴으로서 그 세포 부분이 마치 달세계나 우주 천체 사이를 무중력 상태로 여행 할 때와 같은 전혀 다른 세계에 대한 경험과 충격을 받게 되는 것이다. 일단 충격을 받은 세포 활동은 전신에 파급하는 효과가 있다.

부항요법의 습항법, 건항법, 주항법이 있다. 습항법은 제래적인 부항요법이다. 침술의 보조 수단으로 환부를 침으로 찌어 그 위에 부항을 붙여 피를 뽑아내는 요법인데 타박상, 뇌졸중과 같은 급성 질환에 응급조치 치료 요법으로 침술에 허가증이 있는 전문한의사만이 시술하는 방법이다. 건항법은 피를 한 방울도 뽑지 않고 경혈자리 요소요소에 부항 충격만을 주는 요법으로서 체내의 가스교환 모세혈관청소, 혈액순환, 정혈작용을 하는 요법이다. 이 방법이 순수한방 불부항법이며 일명 네거티브 요법이라고 한다. 주항법은 피부에 오일을 바르고 적은 음압으로 살갗에 문지르는 물리적인 미용요법으로, 요즘 피부 비만관리실에서 많이 사용되고 있는 썩션요법(suction therapy)이 여기에 해당한다. 주항법은 어디가 아플 때 뿐만 아니라 보건이나 미용에 효과가 크며 부작용은 전혀 없다. 마비, 근육위축, 근육통증, 불면증, 소화불량 등에 쓰인다. 군살이 빠지고 피부가 튼튼해지며 얼굴 주름을 펴는데도 효과가 있다. 부항요법의 효능에 대한 근거로는 균형에 영향을 미치며, 피하일혈반(皮下溢血斑)의 재흡수 과정에서 면역체 형성에 영향을 주며, 피부면의 음압적 충격으로 부신피질계의 스테로이드 호르몬 생산에 영향을 미치고, 조혈계통에 자극을 주어 조혈 기능이 왕성해진다는 장점이 있다. Fig. 1은 부항요법의 대한 신체적 반응을 나타낸다. 검붉은 피부색소 반응이 심할수록 그 부분의 장기의 건강이 좋지 않음을 나타내는 것으로 간단히 장기의 자가 진단을 할 수 있다[12-14].

## 3. S-PI 제어기를 이용한 개선된 하이브리드 멀티전동부항 시스템 설계

### 3.1 제안한 알고리즘의 개요

개선된 하이브리드 멀티전동부항 시스템은 S-PI 제어기를 이용하여 여러 개의 부항컵을 동시에 사용할 수 있고, 압력 센서를 이용해 환부에 신체 특성에

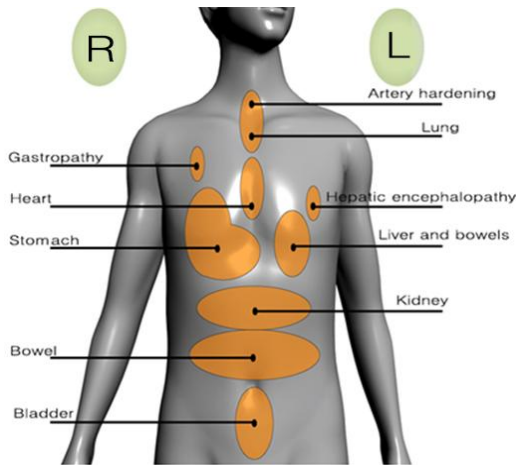


Fig. 1. The somatic responses about cupping therapy.

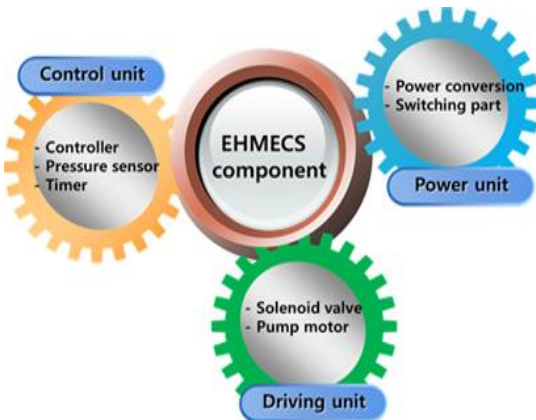


Fig. 2. The system diagram of EHMECS (Enhanced Hybrid Multi Electrical Cupping System) using S-PI controller.

맞는 적절한 진공압을 유지할 수 있다.

Fig. 2는 S-PI 제어를 이용한 개선된 하이브리드 멀티전동부항 시스템의 구성도를 나타낸다. 전원부는 시스템의 전원공급을 조절하는 스위칭부와 전력 변환부로 나뉜다. 스위칭부는 시스템 전원 스위치와 동작 시간을 조절하는 타임 스위치를 포함한다. 제어부는 압력 센서값에 따라 제어 신호를 출력하여 솔레노이드 밸브 및 흡입 펌프의 구동을 제어한다. 제어부의 프로세서는 제어 신호에 따라 솔레노이드 밸브 및 흡입 펌프의 동작을 스위칭하는 계전기를 제어한다. 구동부는 솔레노이드 밸브와 펌프모터는 마이크로 컨트롤러 제어 신호에 의해 작동된다[15].

시스템 제어부는 압력센서를 통해 부항컵 내부의

압력값을 입력 받아 솔레노이드 밸브 및 흡입 펌프를 제어함으로써 환부의 진공압을 조절한다. 제어기 내부의 마이크로 컨트롤러는 노즐에 장착되어 있는 디지털 압력센서의 출력값을 입력 받는다. 입력 받은 압력치에 따라 솔레노이드 밸브의 동작을 제어하여 노즐 및 부항컵 내부의 진공압을 조절한다. 솔레노이드 밸브는 마이크로 컨트롤러의 제어 신호에 의해 릴레이가 동작함으로써 제어된다. 전동 부항기는 솔레노이드 밸브의 제어를 통해 흡기 및 배기 동작을 반복한다. 이러한 과정을 통해 부항컵 내부의 진공압을 적절하게 조절함으로써 환부의 장시간 진공압 유지로 인한 가려움증 및 근육응결을 해소할 수 있다. 솔레노이드 밸브는 열림 또는 닫힘 동작에 의해 공기의 흐름을 열거나 막는 특성을 가진다. 따라서 솔레노이드 밸브를 이용해 부항컵 내부의 진공압을 조절할 수 있다[16]. Table 1과 같이 기호를 사용하여 솔레노이드 밸브의 열림 및 닫힘 동작 상태를 도식화하였다.

개선된 하이브리드 멀티전동부항 시스템에서는 각 노즐의 전(前)단에 두 개의 솔레노이드 밸브(흡기 밸브, 배기 밸브)가 장착된다. 이 두 솔레노이드 밸브를 제어하여 각 노즐에 연결된 부항컵 내부의 진공압을 조절할 수 있다. 흡기 밸브가 열리고 배기 밸브가 닫히면 노즐을 통해 부항컵 내부의 공기를 흡입한다. 흡기 밸브가 닫히고 배기 밸브가 열리면 노즐을 통해 부항컵 내부의 공기를 배출한다. 흡기 밸브와 배기 밸브가 모두 닫히면 노즐에 장착된 부항컵 내부의 진공압을 유지시켜준다.

진공 펌프 모터가 동작하여 공기를 흡입할 때 각 노즐의 흡기 및 배기 밸브의 제어를 통해 노즐의 흡기, 배기 및 압력 유지 동작을 수행한다. 노즐 1은 흡기 밸브가 열리고 배기 밸브가 닫혀있으므로 노즐 1에 장착된 부항컵 내부의 공기를 흡입한다. 노즐 2

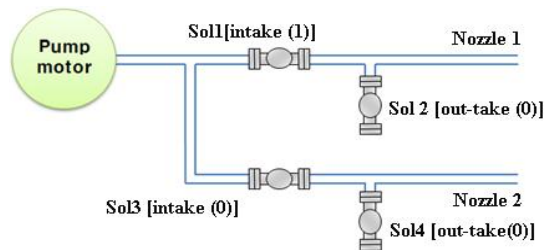


Fig. 3. Intake, out-take, and pressure maintenance of EHMECS.

Table 1. Operating conditions of the intake and out-take valves and the resulting behavior of the cupping machine.

Intake valve	Out-take valve	Cupping machine behavior
(1)	(0)	Intake mode
(0)	(1)	Out-take mode
(0)	(0)	Pressure maintenance
(1)	(1)	Intake, out-take, and pressure maintenance

는 흡기 밸브와 배기 밸브가 모두 닫힌 상태이므로 노즐 2에 장착된 부항컵 내부의 진공압을 유지시켜 준다. 흡기 밸브가 닫히고 배기 밸브가 열리면 노즐에 장착된 부항컵 내부의 공기를 배출한다. 솔레노이드 밸브의 제어를 통해 흡기, 배기 및 유지함으로써 각 노즐의 압력을 조절할 수 있다. 압력 센서에서 인지된 압력에 의해 각 노즐에 장착된 부항컵의 압력을 조절하여 환부의 근육 응결을 이완시키는 효과가 있다. Table 2는 기존의 전동부항시스템과 제안한 S-PI 제어를 이용한 개선된 하이브리드 멀티전동부항 시스템을 비교했다.

#### 4. 진공압 제어를 위한 S-PI 제어기 알고리즘

현대 산업용 시스템의 대부분이 PI 제어기에 의하여 제어되고 있다. 그 이유는 광범위한 운용조건하에서도 비교적 강한 안정성과 제어장치 설계가 용이

하고 이해가 쉬우며, 제어장치를 조작하기에 간단하기 때문이다. PI 제어기의 성능은 제어장치의 비례 (proportional) 게인( $K_p$ ), 적분(Integral) 게인( $K_I$ )값에 따라서 변하기 때문에 세가지 변수값 매우 중요하다. Fig. 4는 PI 제어를 사용한 폐루프 제어 시스템의 구조를 나타낸다.

Fig. 4에서 PI 제어기  $G_c(s)$ 는 비례요소(proportional term) P, 적분요소(integral term) I로 구성되어 있으며 다음과 같은 구조의 전달함수를 가지고 있다.

$$G_c(s) = K_p + \frac{K_I}{s} \tag{1}$$

식 (1)과 Fig. 4로 부터 시간영역에서 출력식(output equation)은 식(2)와 같다.

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int_{t_1}^{t_2} e(t) dt \tag{2}$$

Table 2. Comparison of conventional CECS with proposed EHMECS

	EHMECS using S-PI controller	Conventional electric cupping system
Adjustment of pressure	Possible	Possible
Separation inhaler and Cupping Cup	Not required	Required
Pressure display	Possible	Impossible
Changes in pressure due to the cupping cup-shaped	Not Change	Change
Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlling each cupping cup independently</li> <li>- Resolving occurred symptoms after various procedure.</li> <li>- Enable synchronous procedure by using multiple cupping cup</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muscles condensation, Blistering symptoms, Pain response occurs etc.</li> </ul>

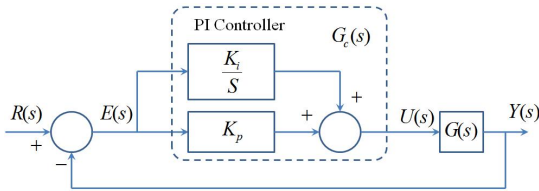


Fig. 4. Closed-loop control system using PI controller.

식 (2)를 간단하게 표현하면 식(3)과 같다.

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int e(t) dt - e(t_1) \tag{3}$$

PI 제어기의 비례(proportional) 게인( $K_p$ ),적분(integral) 게인( $K_I$ ) 제어요소가 시스템 응답에 미치는 영향을 정리하면 Table 3과 같다.

대부분 산업현장에서 사용하는 제어시스템은 가변속 제어를 기본으로 한다. 따라서 고정된 이득값을 가지고 있는 PI 제어기로는 과도상태 및 정상상태 모두를 만족시키기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 PI 제어기 2개를 직렬로 연결하여 구성하는 S-PI 제어기를 제시한다. Fig. 5는 본 논문에서 제안하는 S-PI 제어기의 구조를 나타낸다.

PI 제어기는 오차와 오차변화에 따라 응답특성이 달라진다. 빠른 응답능력이 요구되는 과도상태에서 오차값을 크게 하면 제어속도는 빨라지고, 정확도가 요구되는 과도상태에서는 오버슈트의 반대방향으로 오차를 발생시키면 더욱 빠르고 정확하게 정상상태 응답특성을 개선할 수 있다. PI 1 제어기를 이용하여 동작상태에 따라서 지령속도를 보상하고 PI 2 제어기는 보상된 지령속도를 이용하여 제어를 수행한다. PI 1에서 사용하는 속도오차는 식(4)와 같다.

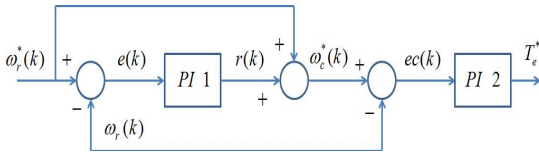


Fig. 5. Structure of S-PI controller propose.

$$e(k) = \omega_r^*(k) - \omega(k) \tag{4}$$

PI 1은 응답특성을 개선하기 위한 보상값을 출력하여 지령속도(command speed)를 수정한다.

$$r(k) = RK_I \cdot e(k) - e(k-1) + RK_p \cdot e(k) \cdot t \tag{5}$$

$$\omega_c^*(k) = \omega_r^*(k) + r(k) \tag{6}$$

PI2 제어기에 입력되는 오차는 다음과 같으며  $T_e^*$ 를 출력한다.

$$e_c(k) = \omega_c^*(k) - \omega(k) \tag{7}$$

$$T_e^*(k) = T_e^*(k-1) + K_I e_c(k) - e_c(k-1) + K_p e_c(k) \cdot t \tag{8}$$

Fig. 6은 본 논문에서 제안한 S-PI 제어기와 FLC(Fuzzy Logic Controller)와 종래의 PI 제어기의 응답특성 비교를 나타낸다. Fig. 6(a), (b)에서는 PI 1에 의해 보상된 지령속도를 나타내고 있으며, Fig. 6(c)는 제안한 S-PI 제어기가 종래의 FLC 및 PI 제어기보다 과도상태에서 빠른 응답특성을 나타내고 있다. Table 4는 Fig. 6의 안정화 시간과 오버슈트 비교를 나타낸다. 본 논문에서 제시한 S-PI 제어기가 종래의 PI 및 FLC에 빠르게 안정화 되고 있으며

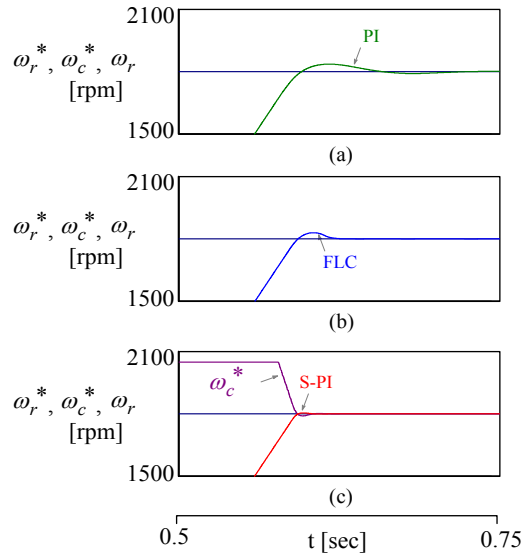


Fig. 6. Response characteristic with constant speed.

Table 3. Effect of response by parameter of PI controller

Closed-loop response	Rising time	Overshoot	Settling time	Steady-state error
$K_p$	decrease	increase	minimal variation	decrease
$K_I$	minimal reduction	increase	increase	elimination

Table 4. Result of Fig. 6

	PI	FLC	S-PI
Settling time[sec]	0.72	0.63	0.58
Maximum error[rpm]	42.1	31.5	12

오버슈트가 적게 나타나고 있다. Fig. 7은 일정속도로 운전중에 부하값 내부의 압력변화가 발생하여 펌프모터의 부하가 변동하였을 때 속도응답특성을 나타낸다. Table 5는 Fig. 7에 대한 최대오차 비교를 나타낸다. 부하변화에 대해서도 본 논문에서 제시한 S-PI 제어기는 종래의 제어기보다 최대오차가 작게 나타나고 있어 더욱 정밀한 압력제어가 가능하다. Fig. 8은 펌프모터의 속도가 일정하게 유지되다가 서서히 증가 및 감소하였을 때 응답특성을 나타낸다. Fig. 8의 (c), (d)는 지령속도(command speed)와 실제속도와의 오차를 나타낸다. Table 6은 Fig. 8에 대한 속도오차 비교를 나타낸다. 본 논문에서 제시한 제어기가 종래의 PI 제어기 보다 속도오차가 매우 작게 나타나고 있다.

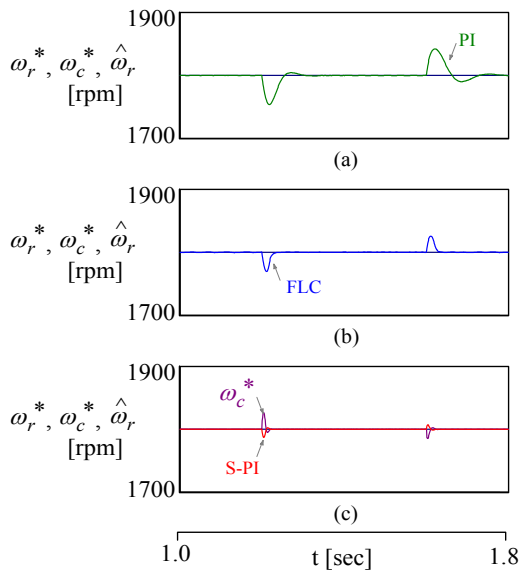


Fig. 7. Response characteristic with load changing.

Table 5. Result of Fig. 7

	PI	FLC	S-PI
Maximum error[rpm]	43.6	26.7	8.7

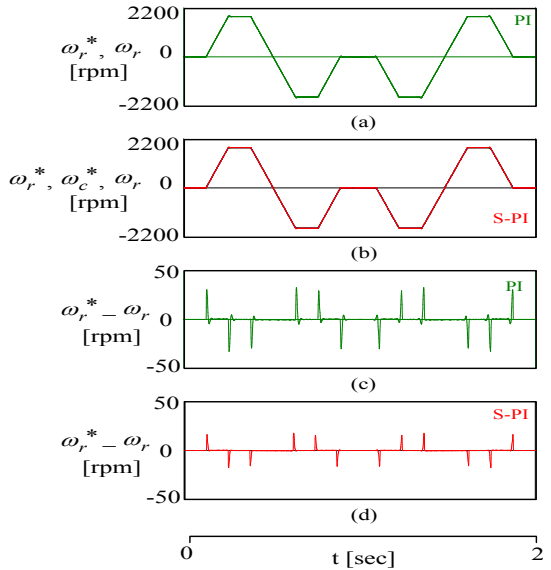


Fig. 8. Response characteristic with speed changing.

Table 6. Result of Fig. 8

	PI	S-PI
Maximum error[rpm]	33.38	18.3

### 5. 결론

일반적인 펌프모터의 제어는 PI 제어가 많이 사용된다. PI 제어는 두 개의 이득값 조절을 통해 간단하게 제어가 가능한 장점을 가진다. 그러나 이러한 이득값이 고정되어 있기 때문에 가변 시스템에 대해 성능의 한계성을 가지게 된다. 이러한 PI 제어를 대신하기 위하여 퍼지제어가 개발되었다. 퍼지제어는 정확한 시스템 모델링 없이도 강인한 제어가 가능하다는 장점을 가지지만 PI 제어와 마찬가지로 고정된 이득값, 룰베이스로 인하여 성능향상에 한계가 있다.

본 논문에서는 설계나 제어가 간단한 S-PI 제어기를 이용하여 동작상태에 따라서 기준값을 조절하여 다수의 부하값을 동시에 진공압을 자동으로 조절할 수 있는 개선된 하이브리드 멀티전동부하시스템을 제안했다. 부하값 내부의 공기를 입력하는 펌프모터에 S-PI 제어 기법을 이용하여 정확하게 압력을 제어했다. S-PI 제어기는 종래의 PI 및 FLC(Fuzzy Logic Control)와 일정속도, 부하 및 속도변화에 대해 비교 분석했다. 안정화 시간은 본 논문에서 제시한 S-PI

제어기가 종래의 PI 및 FLC에 비하여 약 20%, 8% 개선되었으며, 정상상태에서 오차 또한 본 논문에서 제시한 S-PI가 종래의 PI 제어기에 비하여 71%, 80%, FLC 제어기에 비하여 62%, 67% 개선되었다. 또한 속도가 가변 되었을 경우에도 S-PI 제어기는 종래의 PI 제어기에 비하여 약 45% 속도오차가 감소하였다.

제안한 S-PI 제어기는 종래의 PI 및 FLC 제어기보다 정확한 속도를 제어할 수 있으며 이를 통해 정밀한 압력을 제어할 수 있다. S-PI 제어기법으로 부항컵의 진공압을 조절하고, 이를 장시간 사용하면 근육응결을 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 본 시스템은 한방 수요층이 많은 고령화 사회에 IT 콘텐츠 산업과 연계되어 사용자 편의성 증대 및 한방 치료의 효율성 향상이 기대된다. 향후 양·한방 융합콘텐츠 산업분야에서 국제경쟁력을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCE

- [ 1 ] H.S. Lee, H.M. Son, S.Y. Kim, M.Y. Song, J.H. Lee, and H.J. Park, "Acupuncture Experience in Patients with Chronic Low Back Pain: A Qualitative Study," *Korean Journal of Acupuncture*, Vol. 27, No. 2, pp. 183-201, 2010.
- [ 2 ] J.B. Lee, J.G. Im, H.G. Lee, J.U. Kim, T.H. Yook, and B.Y. Song, "The Comparison of Effectiveness between Acupuncture and its Cotreatment with Wan-Gwa Acupuncture on the Treatment of Low Back Pain," *Korean Journal of Meridian and Acupoint*, Vol. 28, No. 2, pp. 43-47, 2011.
- [ 3 ] D.W. Nam, J.W. Kang, H.W. Kim, H.S. Song, S.W. Kim, J.D. Lee et. al., "A Systematic Review of Randomized Controlled Trials on Acupuncture Treatment for Low Back Pain Based on FEAS," *Korean Journal of Meridian and Acupoint*, Vol. 26, No. 3, pp. 133-147, 2010.
- [ 4 ] J.H. Park and H.Y. Park, "Economies of Scale in The Korean Medical Device Industry," *Journal of Health Economics*, Vol. 15, No. 1, pp. 21-40, 2009.
- [ 5 ] S.J. Eun, J.H. Do, K.H. Kim, and T.K. WB, "An Implementation of Oriental Medicine u-Healthcare Service Model using CDSS," *KSII Transactions on Internet Information Systems*, Vol. 11, No. 5, pp. 59-70, 2010.
- [ 6 ] S.H. Yi, E.J. Kim, K.H. Shin, D.W. Nam, J.W. Kang, K.S. Kim et. al., "Study of Mechanical Characteristics of Electric Cupping Apparatus in Korea for Suggestion of its Assessment Guideline," *Journal of Korean Acupuncture and Moxibustion Society*, Vol. 27, No. 1, pp. 1-10, 2010.
- [ 7 ] T.S. Wei, D.H. Youn, Y.C. Youn, and C.S. Na, "Comparative Study of Acupuncture and Invasive Laser Acupuncture Therapy at SI3-BL40 on the Tibial, Sural Nerve Injury and L5 Spinal Nerve Ligation Model in Rats," *Korean Journal of Meridian and Acupoint*, Vol. 22, No. 2, pp. 9-24, 2005.
- [ 8 ] H.Y. Park and Y.S. Baik, "Comparative Study on the Efficacy of MET with Acupuncture in the Treatment of Chronic Back Pain: Focused on Local and Distal Acupoint," *Korean Journal of Exercise Rehabilitation*, Vol. 8, No. 3, pp. 259-271, 2000.
- [ 9 ] K.H. Song, K.B. Park, J.S. Lee, and D.J. Kim, "The Comparison of Effectiveness between Near Acupuncture Point Needling and Near Acupuncture with Remote Acupuncture Point Needling on Treating Low Back Pain of Acute Stage," *Korean Journal of Meridian and Acupoint*, Vol. 23, No. 4, pp. 61-68, 2006.
- [ 10 ] M. Arslan, Y. Nesibe, A. Duygu, Y. Ramazan, and S. Dane, "Wet Cupping Therapy Restores Sympathovagal Imbalances in Cardiac Rhythm," *Journal of Alternative and Complement Medicine*, Vol. 20, No. 4, pp. 318-321, 2014.
- [ 11 ] J. Fairbank and P. Pynsent, "The Oswestry Disability Index," *Spine*, Vol. 25, No. 22, pp. 2940-2953, 2000.
- [ 12 ] S.H. Yang and M.D. Chung, "A Context-aware Information Service using FCM Clus-

tering Algorithm and Fuzzy Decision Tree,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 16, No. 7, pp. 810-819, 2013.

- [13] A. Celikyilmaz and I.B. Turksen, “Uncertainty Modeling of Improved Fuzzy Functions with Evolutionary Systems,” *IEEE Transaction on System Man, and Cybernetics-Part B*, Vol. 38, No. 3, pp. 1098-1110, 2008.
- [14] T.S. Wu, M. Karkoub, C.T. Chen, W.S. Yu, M.G. Her, and J.Y. Su, “Robust Tracking Design based on Adaptive Fuzzy Control of Uncertain Nonlinear MIMO Systems with Time Delayed States,” *International Journal of Control Automation and Systems*, Vol. 11, No. 6, pp. 1300-1313, 2013.
- [15] J.C. Kim, C.O. Yang, K.J. Ban, K.E. Lee, and C.Y. Kim, “A Study on Portable Multi Electrical Cupping System,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 15, No. 2, pp. 250-257, 2012.
- [16] J.C. Kim, T.S. Wei, J.S. Ko, H.K. Choi, M.J. Tak, and C.Y. Kim, “A Study on Oriental Medicine Hybrid Multi-cup Electric Cupping Contents using Vacuum Pressure,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 17, No. 11, pp. 1363-1373, 2014.



김 종 찬

2000년 2월 순천대학교 컴퓨터과  
학과 학사  
2002년 2월 순천대학교 컴퓨터과  
학과 석사  
2002년 3월~2007년 8월 순천대  
학교 컴퓨터과학과 박사

2012년 9월~2013년 8월 서울대학교 자동화시스템연구  
소 선임연구원

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 디지털클로딩,  
증강현실, 얼굴인식, 게임, HCI



김 치 용

1991년 인제대학교 물리학과 졸  
업  
2000년 인제대학교 대학원 전산  
물리학과(이학박사)  
2000년~2006년 부산정보대학 정  
보통신계열 및 동서대학  
교 디지털디자인학부 조  
교수

2007년 6월~7월 영국 옥스퍼드대학교 Harris Man-  
chester College Visiting Fellow

2012년~2013년 서울대학교 자동화시스템공동연구소  
지텔클로딩센터 객원교수

2006년~현재 동의대학교 영상정보공학과 부교수  
관심분야 : 3D Animation, Multimedia Design, Chaos &  
Fractal Design, VR Contents Design, 가상피  
팅시스템