

다중센서를 적용한 자동배변처리기용 제어기 설계

Controller Design for Automatic Evacuation Disposal System with Multi-sensors

문인혁*

I. Moon

요 약

이 논문은 장기요양환자의 배변 간병에 사용하는, 흡입, 수집, 세정 그리고 건조가 가능한 자동배변처리기용 제어기의 설계를 제안한다. 자동배변처리기는 소변과 대변을 구분하고, 간병인의 최소 노력만으로도 배설물을 처리하는 것이 바람직하다. 따라서 본 연구에서는 다중센서를 채택하여 대변과 소변의 분리 능력을 향상시키고, 분리된 배설물은 각각 정해진 방법으로 처리함으로써 효율적 배변처리가 가능하도록 하였다. 인공 대변과 소변을 이용한 일련의 실험을 통하여 제안된 자동배변처리기와 제어기가 효율적인 배변 간병을 실현할 수 있음을 보인다.

ABSTRACT

This paper proposes a design of controller for automatic evacuation disposal system with suction, collecting, washing, and drying functions to be useful for excretion care of long-term bedridden patients. It is desirable that the system can discriminate excreta such as feces and urine severally, and dispose of them without having additional efforts of caregivers. This paper describes a method to improve the discrimination ability by using multi-sensors, and proposes disposal processes according to the type of excrements. As a result the automatic evacuation disposal system can perform an efficient operation in the excrement care. Experimental results using artificial excrements show the automatic evacuation disposal system is effective and feasible to assist the excrement care.

Keyword : Evacuation disposal, Excrement care, Controller, Multi-sensors

1. 서론

우리나라는 사회의 고령화에 따라 65세 이상 고령인구가 급격히 증가하고 있다. 이와 더불어 산업재해나 교통사고, 뇌병변 등으로 인한 후천적 장애인의 수도 증가하고 있다. 통계청 자료에 따르면 국내 장애인 출현율은 1995년 102만명에서 2005년 214만명으로 증가하였고, 이중 약 4.5%는 간병인이 절대적으로 필요한 중증환자들이었다[1].

장기요양환자의 배변케어(excretion care)는 환자의 위생관리에 있어서 절대적으로 필요하다. 그러나 배변 케어는 간병인이 수발시 심리적으로 육체적으로 가장 부담을 느끼는 케어 가운데 하나이다. 예를 들어 거동이 불편한 환자를 화장실로 이동시키는 것은 상당한 노동력을 필요로 한다. Homma[2]는 환자의 배변시 체위의 변환을 지원하기 위한 로봇 시스템을 제안하였다. 휠체어로 이동한 환자가 변기에 앉기 위해 몸을 조금만 일으키더라도 휠체어와 이동식변기가 자동으로 위치를 바꾸어 변기에 앉을 수 있도록 한 연구이었다. 하지만 대부분의 장기요양환자는 몸을 일으키는 것조차도 쉽지 않으며, 그 중 17.4%는 배변조절이 어려운 실금 현상이 있어[3] 이동중에 배설작용이 일어나는 경우도 있다.

장기요양환자의 배변처리에는 기저귀의 사용이 가장

접 수 일 : 2011.11.25

심사완료일 : 2011.11.29

게재확정일 : 2011.12.02

* 문인혁 : 동의대학교 메카트로닉스공학과 교수

ihmoon@deu.ac.kr (주저자)

일반적이다[4]. 그러나 기저귀는 간편하게 개인 위생케어에 사용될 수 있는 반면에 배변유무는 간병인이 직접 기저귀의 내부나 외부로 확인해야만 알 수 있다. 간혹 기저귀의 교체 시기의 지연에 따라 환자의 불쾌감 증대뿐만 아니라 엉덩이의 짓무름 등의 2차 질환이 발생하기도 한다. 그리고 기저귀의 한정된 흡수용량 때문에 배설물이 새어나와 침구가 오염되는 경우도 있다[5]. 이러한 단점을 극복하기 위해 최근 기저귀의 내부에 습도센서와 가스센서를 장착한 센서내장형 기저귀가 제안되었다[6]. 사람은 하루에 1~3번 정도, 적어도 일주일에 3번 이상은 배설하기 때문에[7], 배변을 감지하더라도 간병인은 결국 기저귀나 칩대시트의 교체나 환자의 세정 등의 배변케어를 하여야만 한다. 최근 기저귀의 단점을 극복하고, 환자의 배변을 자동으로 감지하고 처리해주는 배변케어를 위한 보조시스템이 제안되었다[8]. 그러나 센서의 특성과 정확한 측정기준이 제시되지 않았고, 처리방법에서도 효율성이 고려되지 않았다.

본 논문은 고령인과 장애인, 장기요양 중증환자의 배설물을 자동으로 처리하는 개인위생용 보조기기(assistive product for personal care)인, 자동배변처리기(automatic evacuation disposal system)의 제어기 설계에 관한 연구이다. 자동배변처리기는 사용자의 배변을 센서로 감지하고, 오물통에 배설물을 흡입, 수집하며, 세정 및 세척을 자동으로 수행하는 기기이다. 일반적으로 대변과 소변의 양이나 성분이 다르기 때문에, 그 처리에 있어서 물의 소비와 에너지 소모량 등도 다르다. 따라서 대소변을 구분하여 처리하는 것은 중요하다. [8]의 연구에서는 대변과 소변을 구분하지 않았기 때문에, 처리시 지속적으로 진공모터가 동작하였고, 소변 세척과정에서도 대변의 처리과정과 같이 장시간 세정 및 세척을 수행하여 효율성이 떨어졌다. 또한 사람의 배설시간이나 배설량은 개개인에 따라 차이가 있기 때문에, 환자의 배변과정이나 배변량에 맞도록 흡입 및 세척하는 것이 중요하다. 이러한 효율적 배변처리를 위해서는 대변과 소변을 구분하여서 처리하는 것이 반드시 필요하다. 이를 위해 [9]의 연구에서는 자동배변처리기의 배변을 감지하고 대소변을 구분할 수 있는 배변감지모듈을 제안하였다. 그러나 [9]에서는 실제 배변처리기에 적용하지 않아 감지방범이나 제어기의 성능은 검증되지 않았다.

본 논문에서는 대변과 소변을 효과적으로 구분하여 처리하기 위해 적외선센서(infrared sensor)와 온도센서(temperature sensor)를 이용한 자동배변처리용 다중센서를 제안하고, 이 다중센서에 의해 감지된 정보를 바

탕으로 대소변을 인식 및 처리할 수 있는 자동배변처리기의 제어기와 제어방법을 제시한다. 먼저 인체의 배설물 특성을 분석하고 기초실험을 통해 다중센서의 특성을 보이고, 이로부터 대소변 감지 및 인식방법을 기술한다. 그리고 대변과 소변에 따라 설정된 각각의 처리방법에 따라 배변을 효율적으로 처리하는 배변처리방법도 제시한다. 마지막으로 인공대변과 인공소변을 이용한 실험을 통해 제어시스템의 성능을 평가한다. 이 결과로부터 본 연구에서 제안한 자동배변처리기의 제어시스템이 환자의 대변과 소변을 효과적으로 구분하고, 효율적으로 처리하는 것을 보인다.

2. 자동배변처리기용 센서

2.1 인체의 배변특성

인체는 섭취한 음식물의 95% 이상을 몸속에서 흡수하고 나머지 5%를 배설물로 배출시킨다. 그리고 섭취된 음식물이 배설되기까지의 시간은 빠르게는 10시간에서 늦게는 100시간 정도가 걸린다. 일반적으로 건강한 남성의 경우 45시간, 건강한 여성의 경우 59시간 내 소화할 때 일반적인 변을 볼 수 있다[10]. 이를 기준으로 배설되기까지의 시간이 짧을 경우 수분을 충분히 흡수하지 못해 변이 묽어지며, 시간이 길 경우에는 변이 단단해지게 된다[4,10].

배변은 일차적으로 배변반사에 의해 일어난다. 변의는 직장내압이 30~40mmHg이상으로 되면서 직장이 확장되고 신장수용기에 의해 감지되어 배변반사가 유발된다[10]. 그리고 배변반사 후 항문 외조임근을 수의적으로 이완시키고 복압을 올리기 위해 깊은 복식호흡 후 호흡을 정지하고 복근을 수축시켜 직장 내압을 올려 배변한다. 장기요양 환자의 경우 이러한 복근 수축이 어렵기 때문에 변을 내보내는 기간이 길어지게 된다. 따라서 정상인 보다 단단한 변을 보게 되는 경우가 많다. 그리고 하루 대변양은 섭취한 음식물에 따라 차이가 있지만 1일 기준 1회~2회 배출되고, 그 양은 100~200g정도이다. 소변의 양은 1~1.5L 정도로 하루 4~6회 정도 배출한다[11]. 배설물의 온도는 인체의 온도에 영향을 받아 평균 36.5도를 나타낸다.

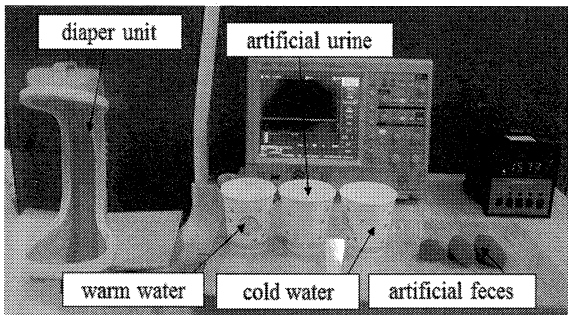
2.2 대소변감지센서

본 연구에서는 소변이 비교적 일정한 온도특성을 나타내는 것과, 대변과 소변의 물질특성이 다르다는 것에

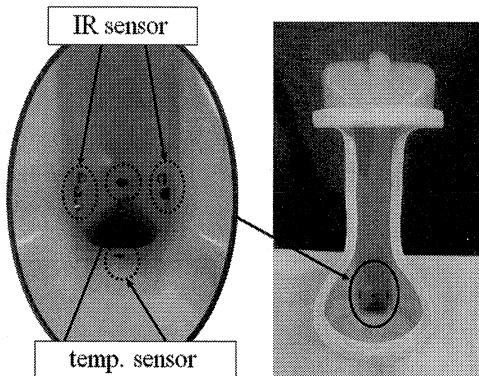
착안하여, 온도센서와 적외선센서를 각각 소변과 대변을 감지하는데 사용하였다. 본 장에서는 온도센서와 적외선센서의 대소변 감지를 위한 기초실험을 수행하였다.

2.2.1 기초실험환경

그림 1(a)는 적외선센서와 온도센서의 기초실험환경을 나타낸다. 그림 1(b)는 온도센서와 적외선센서를 부착한 기저귀 유닛(diaper unit)이다. 기저귀 유닛은 사용자에게 신체에 직접적으로 접촉하여 사용자의 배변을 받아낼 수 있도록 설계되었다. 센서는 그림 1(b)와 같이 대변과 소변의 흡입구 부근에 부착하였다. 온도센서로는 서미스터(thermistor)를 사용하였고, 기저귀 유닛의 흡입구를 중심으로 4방향에 부착하였다. 적외선센서는 대변이 중력에 의해 미끄러져 내려오는 것을 고려하여 발광부와 수광부 3쌍을 흡입구에 가까이 부착하였다 (그림 1(b)참조).



(a) 실험환경



(b) 기저귀 유닛 및 센서
그림 1. 센서 기초실험 환경

2.2.2 온도센서 특성

사람 몸의 체온은 36.5도이며, 사람 몸으로부터 배출되는 소변도 체온과 같다. 본 연구에서는 NTC형 서미스터 온도센서를 적용하였으며, 온도에 따른 서미스터

의 저항 변화 특성은 휘스톤브릿지회로와 차동증폭회로를 이용하여 온도와 비례한 전압으로 변환하였다. 온도센서의 특성을 파악하기 위해, 섭씨 22도부터 36도까지 물의 온도를 2도 단위로 변화시키면서 기저귀 유닛에 투입하였을 때, 온도센서의 출력을 측정하였다. 실험은 각 온도에서 5회씩 수행하였다. 그림 2와 같이 섭씨 22도에서 출력전압은 $0.4 \pm 0.1V$ 이었고, 36도에서는 $3.0 \pm 0.1V$ 로 나타났다. 따라서 기저귀 유닛의 내부의 온도가 평균 25 ± 2 도라고 하면, 30도, 즉 온도센서의 출력전압 $1.96 \pm 0.1V$ 를 기준으로 소변의 유무를 판별할 수 있다. 섭씨 36도의 물을 기저귀 유닛에 넣었을 때 섭씨 22도에서 30도에 이르는 시간은 약 6초가 걸렸다. 따라서 사용자가 배뇨를 하고 최소 6초 후에는 소변이 검출되고, 처리될 수 있음을 의미한다.

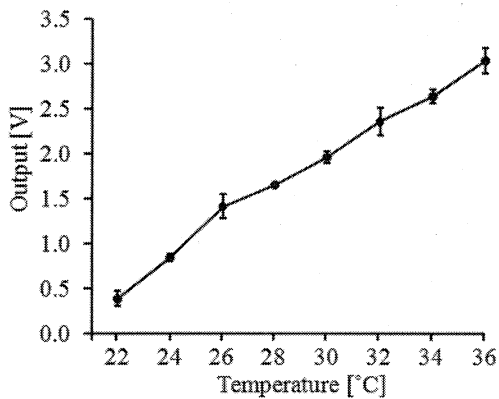


그림 2. 온도센서의 출력특성

2.2.3 적외선센서

대변은 소변과 달리 어느 정도 부피가 있기 때문에 거리나 빛의 산란 등을 측정하면 액체인 소변과 구분될 수 있다. 본 연구에서는 적외선센서를 이용하여 대변을 인식하도록 하였다. 이를 위해 그림 1(a)와 같이 된장으로 만든 10g, 20g, 30g의 각기 다른 양의 인공대변을 기저귀 유닛에 투입하여 센서의 특성을 조사하였다. 인공대변은 지름 3.5cm의 원통형으로 만들었다. 실험은 각각의 인공대변을 5회씩 투입하여 결과를 측정하였다. 그림 3은 인공대변을 투입하지 않았을 때와, 투입했을 때의 측정된 적외선센서의 출력전압이다. 인공대변이 투입되지 않았을 때는 4.98V가 출력되었고, 인공대변 10g 투입 시 $0.33 \pm 0.31V$, 20g 투입 시 $0.49 \pm 0.73V$, 그리고 30g 투입 시 $0.13 \pm 0.03V$ 로 나타났다. 이 결과는 대변의 양을 인식하기 어려우나, 인공대변의 유무는 충분히 감지된다는 것을 보여준다.

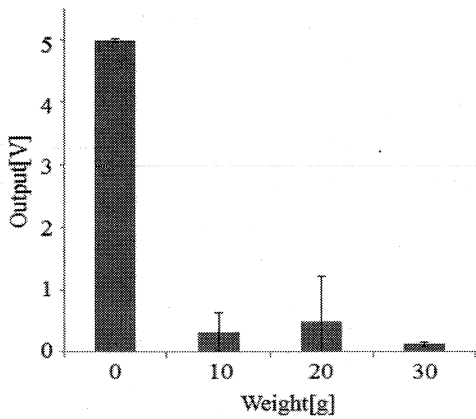


그림 3. 적외선센서의 출력특성

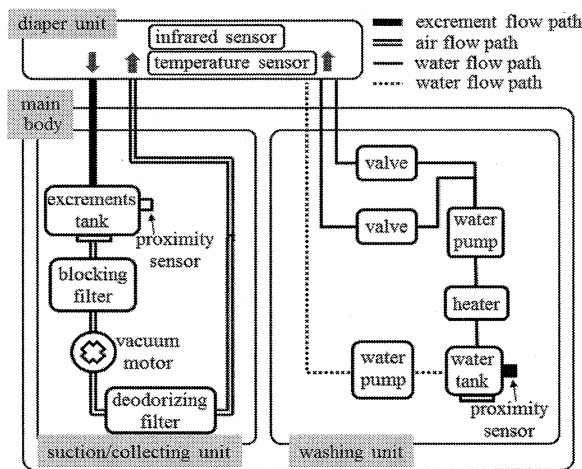


그림 4. 자동배변처리기의 구성도

2.3 제어기 설계

2.3.1 자동배변처리기의 구성

그림 4는 자동배변처리기의 구성도이다. 자동배변처리기는 크게 기저귀 유닛과 본체(main body)로 구분된다. 기저귀 유닛은 적외선센서, 온도센서, 그리고 여러 유로를 연결한 노즐로 구성된다. 본체는 배설물 흡입/수집유닛(suction/collecting unit), 세정/세척유닛(washing unit)으로 구성된다. 그림 4의 굵은 실선은 배설물의 흡입 경로(excrement flow path)를, 이중쇄선은 공기의 경로(air flow path)를 나타낸다. 그리고 가는 실선은 신체를 세정하는 세정수 경로(water flow path)이며, 가는 점선은 기저귀 유닛을 세척하는 세척수 경로(water flow path)이다.

본체 내부의 배설물 흡입/수집유닛은 오물을 기저귀 유닛으로부터 흡입하기 위한 진공모터(vacuum motor), 흡입한 오물을 모아두는 오물통(excrements tank), 진공

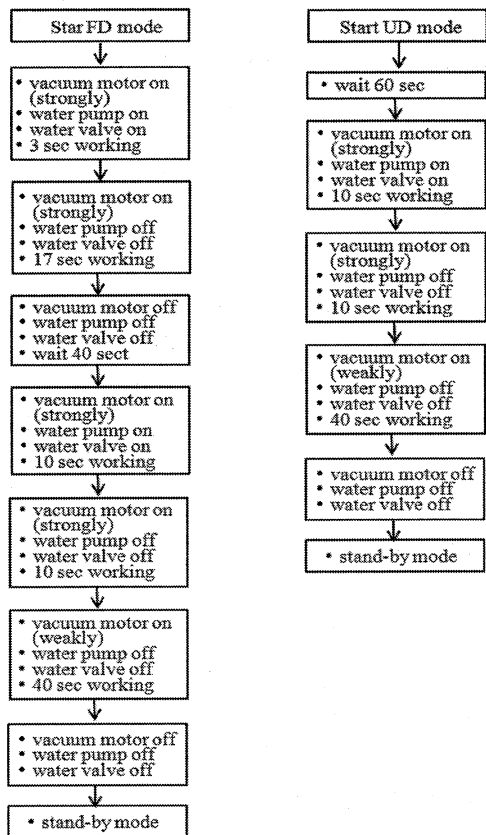
모터로 흘러들어갈 수 있는 이물질을 막는 차단필터(blocking filter), 그리고 냄새를 제거하기 위한 방향필터(deodorizing filter)로 구성되어 있다.

세정/세척유닛은 세정수를 저장하는 물통(water tank), 물을 기저귀 유닛으로 공급하는 워터펌프(water pump)와 물의 유량을 제어하는 워터밸브(water valve), 세정수의 온도를 조절하는 온수모듈(heater)로 구성되어 있다. 그리고 근접센서(proximity sensor)는 오물통과 물통의 외부에 부착되어 오물의 넘침 및 물의 부족을 감지한다.

2.3.2 대소변인식 및 처리 제어알고리즘

자동배변처리기의 기본적인 동작 순서는 다음과 같다. 먼저 기저귀 유닛의 센서에 의해 대소변을 검출 및 인식한다. 그 후, 그림 5의 정해진 처리순서에 따라 대변과 소변을 처리한다. 처리시에 진공모터를 사용하여 배설물과 세척수 등을 흡입한다. 그리고 환자의 신체와 기저귀 유닛도 세정수에 의해 세척된다.

본 연구에서는 대변과 소변에 따른 처리동작을 각기 대변처리모드(feces disposal mode, FD mode), 소변처리모드(urine disposal mode, UD mode)로 정의하였다(그림 5 참조). 그러나 대변처리모드는 소변처리모드보다 우선하도록 하였다. 즉, 소변처리모드가 동작시 대변이 검출되면 바로 대변처리모드로 전환되는 것이다. 그림 5의 각 처리동작은 센서의 감지 및 구분에 의해 선택된다. 대변이 적외선센서에 의해 인식되면 즉시 최초 흡입을 위해 3초 동안 워터펌프와 진공모터를 동작시켜 ‘세정 및 흡입’ 동작을 수행한다. 이것은 대변이 기저귀 유닛에 쌓이는 것을 방지하기 위함이다. 그 후, 17초간 강하게 흡입한 뒤, 40초간 ‘대기’ 한다. 만약 40초 이내에 대변이 인식되면, 처음 과정으로 돌아가 다시 ‘세정 및 흡입’ 동작을 수행한다. 이것은 대변을 인식하였을 때만 ‘세정 및 흡입’ 동작을 수행하여 물을 효율적으로 사용하면서도, 세척력을 높이기 위한 것이다. 40초 ‘대기’ 후에는 10초간 세정/세척과정을 수행하고, 10초간 흡입한 뒤, 마지막으로 40초 동안 ‘건조’ 동작을 수행한다. 그림 5(b)의 소변처리모드는 소변검출후 60초간 배뇨가 끝날 때까지 ‘대기’하고, 그 후 10초간 ‘세정 및 흡입’, 10초간 ‘흡입’, 그리고 40초간 ‘건조’의 순서로 이루어진다. 소변처리모드가 대변처리과정과 차이가 있는 것은 대변모드의 초기 20초간 ‘세정 및 흡입’ 과정이 없다는 것과 초기 60초 ‘대기’하는 과정이 있다는 것이다.



(a) 대변처리모드 (b) 소변처리모드

그림 5. 대소변 처리과정

하 시 정격 토수량이 분당 1,100cc±10%인 제품을 사용하였다. 온수모듈은 물의 온도를 5초 내에 30도까지 제어 할 수 있는 상용화된 모듈을 사용하였다. 세정과 세척을 위한 물을 모아두는 물탱크의 물 부족과 오물을 수집하는 오물통의 넘침을 확인하기 위해 정전용량형 근접센서를 사용하였다. 물통과 오물통의 용량은 4L로 설계하였다. 또한 대변처리와 소변처리를 위해 각각 450mL와 400mL의 물을 사용한다. 대변과 소변의 양이 각각 1회에 300mL, 200mL 정도이므로, 오물통의 용량은 최대 대변 5회, 또는 소변 6회까지 처리 가능한 용량이다.

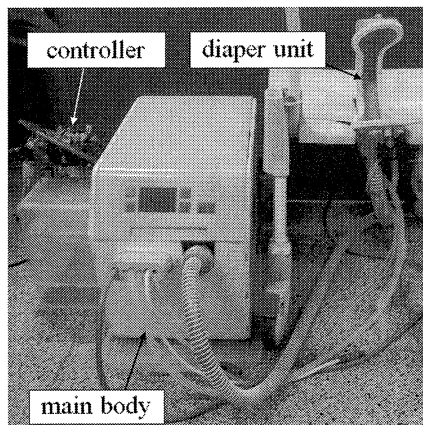


그림 6. 프로토타입 자동배변처리기

3. 실험 및 결과

본 연구에서는 자동배변처리기의 프로토타입을 설계 및 제작하고, 실험을 통해 다중센서 및 제어기의 성능을 평가하였다. 그리고 [8]의 연구와 본 연구의 자동배변처리기의 처리과정을 비교하였다.

3.1 프로토타입 자동배변처리기

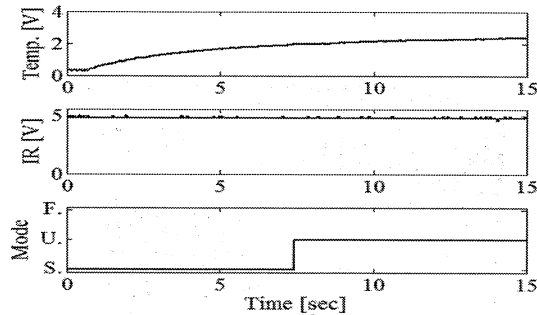
그림 6은 본 연구에서 제작한 자동배변처리기의 프로토타입이다. 내부구성은 2장에서 설명한 그림 3의 구성도와 동일하다. 배설물 흡입/수집유닛에 사용된 진공모터는 오물을 흡입하기 위한 음압발생 뿐만 아니라 제어방법에 따라 공기를 순환시켜 환자의 신체 및 기저귀 유닛을 건조시키는데도 사용된다. 사용한 진공모터는 구동전압이 240V이고, 소모전력 1,300W, 정격전류 5.2A이다. 흡입과 건조는 압력의 세기가 다르기 때문에, 모터구동력을 ‘강’과 ‘약’의 두 가지로 제어할 수 있도록 구동회로도 설계하였다. 워터펌프는 사용전압 24V에 1kgf/cm² 부하 시 정격전류 0.5A~0.9A, 1kgf/cm² 부

3.2 실험결과

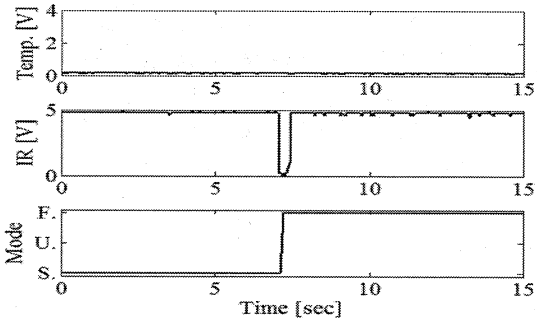
본 연구에서는 섭씨 36±1도의 온도를 가지는 인공대변 30g과 인공소변 100mL을 각각 기저귀 유닛에 10회씩 투입하고, 센서의 출력과 제어기의 인식결과를 평가하였다. 또한, 인공소변 투입한 후, 일정시간 뒤 인공대변을 투입했을 때의 제어기의 동작도 확인하였다.

먼저, 인공대변과 인공소변을 각각 10회 투입했을 때, 모두 대변과 소변을 정확히 구분하였다. 그림 7은 10회중 하나의 실험 결과이다. 첫 번째 그래프는 온도 센서 출력이고, 두 번째는 적외선센서의 출력이다. 그리고 세 번째는 제어기에 의해 인식되어진 결과이다. 그림 7(a)는 인공소변을 투입했을 때의 결과이다. 소변 투입 후 온도센서의 출력 전압은 점점 상승하고, 투입 후 7초 후(그래프의 7.5초 부근) 소변으로 인식하였다. 그러나 적외선센서의 출력은 5V를 유지하였다. 그림 7(b)는 인공대변을 투입하였을 때의 결과이다. 7초에 적외선센서가 인공대변의 투입을 감지하였고, 그 결과 대변이 인식되었다. 그림 7(c)는 인공소변 투입하고 일

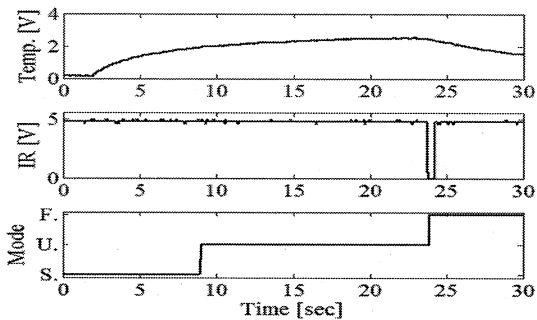
정시간 후 인공대변을 투입했을 때의 결과이다. 인공소변 투입후 약 7초후(그래프의 9초 부근)에서 소변으로 인식하였다. 그 후 23초 부근에서 대변이 투입되고 적외선센서의 출력은 감지하였다. 그 결과 대변이 인식되었다. 대변처리동작이 되면서, 세정수에 의해 온도센서의 전압이 낮아지는 것도 볼 수 있다. 이러한 일련의 실험결과로부터 본 연구에서 제안한 다중센서 및 제어기는 대변과 소변을 정확히 구분할 수 있고, 그 인식결과에 따라 처리과정을 수행함을 확인 할 수 있었다.



(a) 소변인식결과



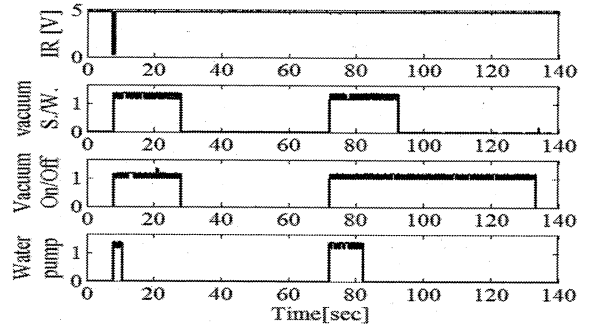
(b) 대변인식결과



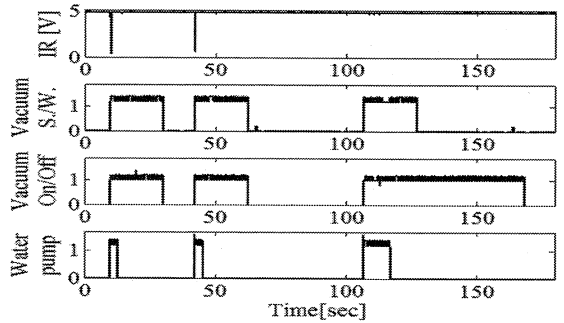
(c) 소변후 대변투입시 인식결과
그림 7. 센서출력 및 대소변 인식결과

실험에서는 본 연구에서 제안한 제어기의 효율성을 확인하기 위해 [8]의 처리과정과 비교하였다. [8]은 진공모터의 강약조절이나, 물의 사용에 대한 조절이 없는 제어방법을 사용하였으며, 배변이 검출이 되면 총 96초 동안 진공모터를 동작시켜 오물을 흡입하였다. 그리고

세정수를 이용한 세척은 총 4회(19초) 수행하였다. 그리고 대변과 소변을 구별하지 않고 동일한 처리방법을 적용하였다. 그러나 일반적으로 배변패턴이나 배변시간, 양 등은 개개인에 따라 차이가 있다. 따라서 항상 일정한 배변 처리 동작은 불필요한 에너지소모나 과도한 물의 사용을 초래하기도 한다.



(a) 1회 투입시 처리 결과



(b) 2회 투입시 처리 결과

그림 8. 인공대변 대변처리 결과

본 논문에서는 배변의 처리 상태에 따라 동작시간을 조절한다. 즉, 대변을 처리해야할 때에만 정확히 흡입 및 세척을 수행함으로써 불필요한 에너지의 소모나 세정수의 사용을 줄이는 것이다. 그림 8은 인공대변을 투입하였을 때 대변의 검출과 흡입모터 및 워터펌프의 동작을 측정된 결과이다. 먼저 그림 8(a)는 대변량이 적은 경우를 가정하여 인공대변 80g을 1회 투입하였을 때의 결과이다. 초기 대변감지에 의해 1회 3초간 세정동작이 수행되었고 그 후 17초간 흡입함으로써 총 20초간 진공모터가 동작하였다. 그리고 40초간 '대기' 상태 후 10초간 세척동작을 수행한다. 그리고 10초간 흡입동작한다. 따라서 총 20초간 진공모터가 '강'으로 동작한다. 이후 40초간 '약'으로 동작하여 건조동작을 수행하였다. 결국 총 80초간 진공모터가 동작하였다. [8]에서 '강'으로 96초 동작하였지만, 본 연구에서는 '강'으로 40초 '약'으로 40초 동작하여 에너지의 소모를 줄였다. 또한 세정을 위한 물의 소모량도 줄였다. 본 연구에서는 총 2회, 13

초간 세정수를 사용하였다. 즉 [8]에 비해 워터펌프의 동작시간을 6초 줄였다. 프로토타입 자동배변처리기는 3초간 약 50mL 물을 사용하기 때문에 제안한 제어기는 1회 동작 시 약 100mL의 물을 절약할 수 있음을 알 수 있다. 그림 8(b)는 인공대변 80g을 2회, 30초 정도의 시간 간격을 두고 투입하고 측정된 결과이다. 실험결과 배변이 투입될 때마다 적외선센서가 인식하여 대변처리동작을 수행하였다. 그 결과 기저귀 유닛에는 얼룩이 남지 않았고, 인공대변 역시 모두 흡입하였다. 이 실험 결과 본 연구에서 제안한 제어기는 인공대변을 인식하고 그에 따라 효율적으로 흡입 및 세정을 수행함을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 제안한 다중센서 및 제어기는 상황에 따라 대변과 소변을 인식하고 구분하여 처리 할 뿐만 아니라 그 처리도 효율적으로 수행하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

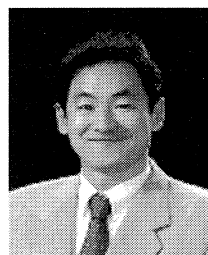
본 논문에서는 인체의 배변특성을 분석하고, 자동배변처리기의 대소변감지용 다중센서와 제어시스템의 설계하였다. 그리고 인공대변과 인공소변을 이용한 실험에서 10회 실험에서 성공적으로 대변과 소변을 구분하는 결과를 얻었다. 또한 대변과 소변의 인식결과에 따라서 소변처리모드와 대변처리모드로 각각 제어 가능함을 확인하였다. 기존의 자동배변처리기의 처리방법과 비교실험을 통해 본 연구에서 제안한 제어기가 에너지와 물의 소모량을 줄이면서 효율적인 배변처리를 수행하는 것을 확인하였다. 향후에는 실제 임상실험을 통해 사용자에 대한 사용성을 평가할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] www.kostat.go.kr
 [2] K. Homma, et al., "A Proposal of a method to reduce burden of excretion care using robot technology", in Proc. *IEEE Int. Conf. on Rehabilitation and Robotics*, Tokyo, Japan, pp.621-625, Jun. 2009.
 [3] A. Kowal-Vern, et. al., "Fecal Containment in Bedridden Patients: Economic Impact of 2 Commentarial Bowel Cather Systems", *Am. Jour. of Critical Care*, vol.18, no.4, pp.S1-S14, 2009.
 [4] 이치가와 기요시, 복지용구지원론, 성남고령친

화체힘관, pp. 125-163, 2009.
 [5] T. Singh, A. Singh, A. Avasthi, "Patterns And Quality of Long Term Care For the Bedridden Patients in Chandigrh, North India", *Internet Jour. of Geriatrics and Gerontology*, ISSN: 1937-8211.
 [6] 민병원, 오용선, "대소변 감지센서를 활용한 u-Healthcare 제품 설계," 한국콘텐츠학회 춘계 종합학술대회 논문집, 제5권, 제1호, pp.6-9, 2007. 6.
 [7] K.W. Heaton, J. Radvan, H. Cripps, R.A. Moutford, F.E. Braddon and A.O. Hughes, "Defecation Frequency and Timing, and Stool Form in the General Population: a Prospective Study", *Int. Jour. of Gut*, vol.33, pp.818-824, 1992.
 [8] T. Fujimoto, T. Hashimoto, H. Sakaki, T. Higashi, T. Tamura, T. Tsuji, "Automated handling system for excretion", in Proc. of Int. Conf. of the IEEE Eng. on Medicine and Biology Society, vol.20, no.4, pp.1973-1976, 1998.
 [9] 정성윤, 김영민, 배주환, 문인혁, 김규석, 류제청, 문무성, "자동배변처리시스템용 배변감지 모듈 개발", 대한전자공학회 하계학술대회 논문집, 제33권, 1호, pp.1205-1206, 2010. 6.
 [10] 박효진, 소화기생리 중개연구의 길잡이, 대한 의학서적, pp.18-29, 2009.
 [11] 정재복, 소화기학, 군자출판사, pp.1188-1189, 2009.

문 인 혁



1999년 일본 Osaka 대학 전자 제어기계공학과 졸업 (공학박사)
 2002년 - 2005년 재활공학연구소 책임연구원
 2005년 - 현재 동의대학교 교수

관심분야 : 재활복지시스템, 바이오메카트로닉스, 생체신호인터페이스